



Universidad de Navarra
Facultad de Filosofía y Letras
Departamento de Educación

EL BUEN PROFESOR. EFECTIVIDAD EN EL
LABORATORIO DE FÍSICA DE LA
UNIVERSIDAD ESTATAL DE NUEVO MÉJICO
(NMSU)

MARÍA JOSÉ CHARNECA FERNÁNDEZ

Pamplona, 2013



Universidad de Navarra
Facultad de Filosofía y Letras
Departamento de Educación

EL BUEN PROFESOR. EFECTIVIDAD EN EL
LABORATORIO DE FÍSICA DE LA
UNIVERSIDAD ESTATAL DE NUEVO MÉJICO
(NMSU)

MARÍA JOSÉ CHARNECA FERNÁNDEZ

Tesis Doctoral dirigida por
Prof. Dr. D. Alfredo Rodríguez Sedano
Prof. Dra. Dña. Sonia Rivas Borrell

Pamplona, 2013

INDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS.....	9
INDICE DE GRAFICAS	13
INTRODUCCION.....	15
CAPÍTULO I. La enseñanza de la ciencia	19
1. La universidad: la casa donde se busca la verdad	19
2. Responsables de un ideal.....	21
3. Los auténticos maestros.....	23
4. La situación de la enseñanza de la ciencia	25
4.1. NAEP	26
4.2. NCTAF.....	29
4.3. TIMSS.....	30
4.4. PISA	32
5. Conclusión.....	36
CAPITULO II. La situación de la enseñanza de la ciencia.....	39
1. Posibles causas de la situación de la enseñanza de la ciencia .	39
1.1. Falta de colaboración	40
1.2. Motivar a los estudiantes.....	40
1.3. Falta de formación	41
1.4. El Desarrollo profesional	47
1.5. El modelo del profesor	53
2. Modelos de enseñanza.....	53
2.1. Modelos de Yus (1993).....	53
2.2. Modelos de Martín del Pozo (1994)	55
2.3. Modelos de Rivero (1996)	55

Índice

2.4. Modelos de Fernández y Elortegui (1996).....	59
2.5. Modelos de Ballenilla (2003).....	66
2.6. Modelos de Solís (2005).....	72
CAPITULO III. El buen profesor.....	79
1. Perspectivas del buen profesor.....	79
2. Diversidad de estudiantes.....	81
3. Las construcciones cognitivas.....	82
4. Estrategias del buen profesor.....	83
4.1. Estrategias de formación.....	84
4.2. Estrategias de colaboración.....	85
5. Las características del buen profesor.....	94
6. El buen profesor reflexiona.....	95
7. El trabajo eficaz.....	96
8. Ambiente creado por el profesor.....	99
9. Dimensión ética de las características del buen profesor.....	100
10. El buen profesor pregunta.....	103
11. Comunicación entre el profesor y los estudiantes.....	106
11.1. El método interestructurante.....	107
11.2. El conocimiento metacognitivo.....	107
11.3. Acomodación.....	109
11.4. El diálogo.....	110
12. El buen profesor detecta los problemas.....	117
13. El buen profesor motiva a los estudiantes.....	119
CAPITULO IV. La investigación: diseño del estudio.....	121
1. Objetivos.....	121
2. Muestras.....	123
3. Instrumentos.....	124
3.1. Observaciones.....	127
3.2. Cuestionarios.....	128

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

3.3. Entrevistas.....	129
4. Método.....	131
CAPITULO V. Resultado de la investigación	135
1. Análisis del laboratorio de Física observado.....	135
2. Resultado del análisis de los casos	139
2.1. El Profesor1.....	139
2.2. El Profesor2.....	161
2.3. El Profesor3.....	179
2.4. El Profesor4.....	200
3. Resultado del análisis comparativo de los casos	219
3.1. Comparación de las perspectivas	219
3.2. Comparación de las efectividades.....	225
3.3. Comparación del ambiente.....	227
3.4. Comparación de los materiales	233
3.5. Comparación de las preguntas	239
3.6. Comparación de los diálogos	245
3.7. Comparación de las evoluciones.....	251
CONCLUSIONES.....	257
BIBLIOGRAFÍA.....	267

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Promedio de la valoración de los estudiantes de octavo grado con respecto a sus conocimientos de ciencia en el 2011.....	28
Tabla 1-2. Promedio de la puntuación en ciencia de los estudiantes de octavo grado encontrado en el 2011 por el sistema educativo. (http://nces.ed.gov/timss/table11_5.asp)	31
Tabla 2-1. Modelos de Yus (1993).....	54
Tabla 2-2. Los modelos de Martín del Pozo (1994).....	55
Tabla 2-4. El modelo tecnológico según Rivero (1996).....	57
Tabla 2-5. El modelo espontaneísta según Rivero (1996).....	58
Tabla 2-6. El modelo investigativo según Rivero (1996).....	58
Tabla 2-7. El modelo transmisor receptor según Fernández y Elortegui (1996)	59
Tabla 2-8. El modelo tecnológico científicista según Fernández y Elortegui (1996)	61
Tabla 2-9. El modelo artesano humanista según Fernández y Elortegui (1996)	62
Tabla 2-10. El modelo del descubrimiento investigativo según Fernández y Elortegui (1996).....	63
Tabla 2-11. El modelo constructivista reflexivo según Fernández y Elortegui (1996)	65
Tabla 2-12. El modelo tradicional según Ballenilla (2003).....	67
Tabla 2-13. El modelo tecnológico según Ballenilla (2003)	68
Tabla 2-14. El modelo espontaneísta según Ballenilla (2003)	70
Tabla 2-15. El modelo alternativo según Ballenilla (2003).....	71
Tabla 2-16. El modelo tradicional o transmisivo según Solís (2005).....	73
Tabla 2-17. El modelo tecnológico según Solís (2005).....	74
Tabla 2-18. El modelo activista o espontaneísta según Solís (2005)	75
Tabla 2-19. El modelo alternativo según Solís (2005).	76
Tabla 4-1. Organización de las muestras, los instrumentos, el tiempo y los laboratorios del semestre de otoño y del semestre de primavera.	126
Tabla 5-1. Abreviaturas de los nombres de los contenidos fundamentales trabajados en cada uno de los laboratorios de física de la NMSU.....	138
Tabla 5-2. Calificaciones de las tareas de los estudiantes del Profesor1.	144
Tabla 5-3. Calificaciones totales de los estudiantes del Profesor1..	146

Índice de Tablas

Tabla 5-4. Los estudiantes puntuaron al Profesor1 entre cero y diez en cada una de las preguntas del cuestionario.....	147
Tabla 5-5. Número de veces que el Profesor1 usa cada material. ...	153
Tabla 5-6. Secuencia de preguntas y diálogos iniciados por el Profesor1 con los estudiantes de cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	158
Tabla 5-7. Evolución del Profesor1 entre el semestre de otoño y el de primavera.....	160
Tabla 5-8. Calificaciones de las tareas de los estudiantes del Profesor2	165
Tabla 5-9. Calificaciones totales de los estudiantes del Profesor2..	166
Tabla 5-10. Los estudiantes puntuaron al Profesor2 entre cero y diez en cada una de las preguntas del cuestionario.	167
Tabla 5-11. Número de veces que el Profesor2 usa cada material. .	171
Tabla 5-12. Secuencia de preguntas y diálogos iniciados por el Profesor2 con los estudiantes de cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	177
Tabla 5-13. Evolución del Profesor2 entre el semestre de otoño y el de primavera.	179
Tabla 5-14. Calificaciones de las tareas de los estudiantes del Profesor3.	184
Tabla 5-15. Calificaciones totales de los estudiantes del Profesor3.	184
Tabla 5-16. Los estudiantes puntuaron al Profesor3 entre cero y diez en cada una de las preguntas del cuestionario.	185
Tabla 5-17. Número de veces que el Profesor3 usa cada material. .	189
Tabla 5-18. Secuencia de preguntas y diálogos iniciados por el Profesor3 con los estudiantes de cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	196
Tabla 5-19. Evolución del Profesor3 entre el semestre de otoño y el de primavera.	199
Tabla 5-20. Calificaciones de las tareas de los estudiantes del Profesor	203
Tabla 5-21. Calificaciones totales de los estudiantes del Profesor4.	204
Tabla 5-22. Los estudiantes puntuaron al Profesor4 entre cero y diez en cada una de las preguntas del cuestionario.	205
Tabla 5-23. Número de veces que el Profesor4 usa cada material. .	210
Tabla 5-24. Secuencia de preguntas y diálogos iniciados por el Profesor4 con los estudiantes de cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	217

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Tabla 5–25. Evolución del Profesor4 entre el semestre de otoño y el de primavera.....	218
Tabla 5–26. Promedio de las ayudas del Profesor1.....	220
Tabla 5–27. Promedio de las ayudas del Profesor2.....	221
Tabla 5–28. Promedio de las ayudas del Profesor3.....	222
Tabla 5–29. Promedio de las ayudas del Profesor4.....	223
Tabla 5–30. Resultados de los estudiantes de cada uno de los cuatro profesores.....	226
Tabla 5–31. Promedio del buen ambiente creado por el Profesor1..	228
Tabla 5–32. Promedio del buen ambiente creado por el Profesor2..	229
Tabla 5–33. Promedio del buen ambiente creado por el Profesor3..	230
Tabla 5–34. Promedio del buen ambiente creado por el Profesor4..	231
Tabla 5–35. Promedio del material usado por el Profesor1.....	234
Tabla 5–36. Promedio del material usado por el Profesor2.....	235
Tabla 5–37. Promedio del material usado por el Profesor3.....	236
Tabla 5–38. Promedio del material usado por el Profesor4.....	237
Tabla 5–39. Promedio de las preguntas del Profesor1 a los estudiantes.....	240
Tabla 5–40. Promedio de las preguntas del Profesor2 a los estudiantes.....	241
Tabla 5–41. Promedio de las preguntas del Profesor3 a los estudiantes.....	242
Tabla 5–42. Promedio de las preguntas del Profesor4 a los estudiantes.....	243
Tabla 5–43. Promedio de los diálogos entre el Profesor1 y los estudiantes.....	246
Tabla 5–44. Promedio de los diálogos entre el Profesor2 y los estudiantes.....	247
Tabla 5–45. Promedio de los diálogos entre el Profesor3 y los estudiantes.....	248
Tabla 5–46. Promedio de los diálogos entre el Profesor4 y los estudiantes.....	249
Tabla 5–47. Promedio de las mejoras del Profesor1.....	251
Tabla 5–48. Promedio de las mejoras del Profesor2.....	252
Tabla 5–49. Promedio de las mejoras del Profesor3.....	252
Tabla 5–50. Promedio de las mejoras del Profesor4.....	253

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1–1. Resultados promedio en competencia científica.	35
Gráfica 5–1. El laboratorio de física observado.	137
Gráfica 5–2. Suma de las veces que el Profesor1 ayudó a los estudiantes con sus dudas en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	142
Gráfica 5–3. Suma de las sonrisas de los estudiantes del Profesor1 en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	149
Gráfica 5–4. Suma de los materiales empleados por el Profesor1 en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	152
Gráfica 5–5. Suma de las preguntas del Profesor1 a los estudiantes en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	155
Gráfica 5–6. Suma de los diálogos entre el Profesor1 y los estudiantes en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	157
Gráfica 5–7. Suma de las veces que el Profesor2 ayudó a los estudiantes con sus dudas en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	163
Gráfica 5–8. Suma de las sonrisas de los estudiantes del Profesor2 en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	169
Gráfica 5–9. Suma de los materiales empleados por el Profesor2 en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	172
Gráfica 5–10. Suma de las preguntas del Profesor2 a los estudiantes en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	174
Gráfica 5–11. Suma de los diálogos entre el Profesor2 y los estudiantes en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	176
Gráfica 5–12. Suma de las veces que el Profesor3 ayudó a los estudiantes con sus dudas en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	182
Gráfica 5–13. Suma de las sonrisas de los estudiantes del Profesor3 en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	187
Gráfica 5–14. Suma de los materiales empleados por el Profesor3 en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	191
Gráfica 5–15. Suma de las preguntas del Profesor3 a los estudiantes en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	193
Gráfica 5–16. Suma de los diálogos entre el Profesor3 y los estudiantes en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	195

Índice de Gráficas

Gráfica 5–17. Suma de las veces que el Profesor4 ayudó a los estudiantes con sus dudas en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	201
Gráfica 5–18. Suma de las sonrisas de los estudiantes de Profesor4 en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	208
Gráfica 5–19. Suma de los materiales empleados por el Profesor4 en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	212
Gráfica 5–20. Suma de las preguntas de Profesor4 a los estudiantes en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	214
Gráfica 2–21. Suma de los diálogos entre el Profesor4 y los estudiantes en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.	216
Gráfica 5–22. Comparación del promedio de las ayudas de los profesores.	224
Gráfica 5–23. Comparación del promedio de las veces que los profesores permitieron a los estudiantes sonreír.	232
Gráfica 5–24. Comparación del promedio de los materiales usados por los profesores.	238
Gráfica 5–25. Comparación del promedio de las preguntas de los profesores.	244
Gráfica 5–26. Comparación del promedio de los diálogos de los profesores con los estudiantes.	250
Gráfica 5–27. Comparación del promedio de las mejoras de los profesores.	254

INTRODUCCION

El título de la tesis “El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico [NMSU]”, indica los dos objetivos que nos queremos proponer en este trabajo de investigación: de una parte, conocer la forma de enseñar de los profesores de los laboratorios de física del primer año de la carrera de la NMSU; de otra, comprobar su efectividad. Inicialmente nos centraremos en buscar y caracterizar al buen profesor; para en un segundo momento exponer los resultados de los casos particulares investigados.

Metodológicamente la tesis tiene dos partes diferenciadas: inicialmente es expositiva acerca de lo que se entiende que debe ser el buen profesor, tratando de buscar aquellos aspectos que le caracterizan. En una segunda parte, expondremos los resultados obtenidos en un estudio de campo llevado a cabo en el laboratorio de física de NMSU. Las entrevistas a las que se alude están grabadas en inglés y transcritas. No se han adjuntado como anexos para no alargar en exceso la tesis presentada. Se pueden consultar si así se precisa.

La principal delimitación que presenta este trabajo es el universo discurso en el que se ha centrado. Con ello no se pretende universalizar los resultados, pero sí una aproximación de lo que debiera ser un buen profesor a través de la forma en que enseñan los profesores de los laboratorios de física de primer año de la carrera en la Universidad mencionada. Que sea en primer curso tiene a su vez una delimitación propia del curso que se trata. Quizá esa misma delimitación es más sugerente pues las posibles dificultades con las que se pueden encontrar los profesores, además del contenido de la misma materia, es la carencia en los alumnos de los conocimientos previos que se pueden y deben exigir a un universitario así como la familiaridad con la metodología propia de un Universidad.

Por tratarse de un estudio de casos, los resultados no se pueden generalizar a otros casos. Sin embargo, si se puede profundizar en el

Introducción

conocimiento de la práctica del buen profesor. Tampoco se han analizado todas las posibles características del buen profesor, tan sólo aquellas comparables en la triangulación de los diferentes instrumentos didácticos.

A diferencia de otras investigaciones como la de Hug y McNeill (2008) en la que no interesaba la frecuencia sino los diferentes aspectos de las discusiones, en la investigación de esta tesis se han analizado las frecuencias de las preguntas y de los diálogos entre los maestros y sus estudiantes, pero no el contenido de los laboratorios. De acuerdo con Kyriakides, Creemers y Antoniou, (2009) la frecuencia se puede considerar una dimensión, que debe estar presente en cualquier estudio sobre el desarrollo de las estrategias que pretenda mejorar la enseñanza de la ciencia. Si en futuros estudios se pueden grabar las observaciones, se podría ampliar esta investigación con el análisis del contenido de las preguntas y de los diálogos.

La presente tesis de doctorado contiene tres capítulos de teoría, seguidos por un capítulo centrado en el diseño de estudio de la investigación y un quinto capítulo en el que se presentan los resultados de la investigación.

En el primer capítulo nos centramos en la enseñanza de la ciencia. Partimos de una consideración inicial de lo que entendemos que debe ser la Universidad: un ámbito de búsqueda de la verdad, enfatizando cómo los profesores son responsables de un ideal que atañe a la esencia misma de la universidad y especificando, brevemente, en lo que se espera de los auténticos maestros. En última instancia, se resalta cómo la Universidad es un ámbito formativo y no sólo instructivo. A continuación, no hay que volver la espalda a las agencias que evalúan la situación de la enseñanza de la ciencia. Si ciertamente la finalidad de la Universidad es formativa, hay que tener presente que hoy día el reconocimiento de esa calidad viene dado no por su aspecto formativo, sino por los índices que presentan las diversas agencias que presentamos.

En el capítulo segundo, se aborda la situación de la enseñanza de la ciencia. Como los factores son múltiples, se presentan las posibles causas de la situación actual de la enseñanza de la ciencia, así como los modelos de enseñanza más reconocidos.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

En el tercer capítulo, una vez abordada la enseñanza de la ciencia y su situación, es preciso centrar la atención en el profesor que enseña. Las perspectivas del buen profesor, sus estrategias, sus características, son entre otros aspectos los que se abordarán. Esto nos permite tener una conceptualización que nos acerque a una adecuada interpretación de los datos obtenidos y de ahí ver si realmente esos datos se corresponden con lo visto en esta parte teórica.

En el cuarto capítulo, entramos ya de lleno en la parte metodológica. La iniciamos presentando el diseño del estudio de investigación: los objetivos, muestras, instrumentos, que se han utilizado. Cabe señalar que esta investigación se llevó a cabo en el año 2006. Sin embargo, en el 2012 los resultados que se estaban obteniendo eran similares, de modo que no variaban los resultados anteriores y, consiguientemente, la interpretación de los mismos.

Finalmente, en el quinto capítulo se aportan los resultados de la investigación. Se comienza con un análisis del laboratorio de Física observado, para presentar primero los resultados del análisis de los casos por cada uno de los profesores que han sido objeto de la muestra. Posteriormente se lleva a cabo una presentación de los resultados del análisis comparativo de los casos expuestos. En concreto, se hace una comparación de las perspectivas, efectividades, ambiente, materiales, preguntas, diálogos y evoluciones. En las conclusiones se puede apreciar con mayor nitidez lo más interesante que puede salir de esta investigación, así como nuevas perspectivas que se abren con motivo de la investigación que aquí se presenta.

Por último, no desearía terminar sin una alusión a los agradecimientos que se desprenden de este trabajo. Es claro que es de bien nacidos ser bien agradecidos, por lo que quiero comenzar por manifestar mi agradecimiento a quienes con su ayuda y apoyo han impulsado y hecho posible este trabajo. A los directores del mismo, el profesor Alfredo Rodríguez Sedano y la profesora Sonia Rivas Borrell por su comprensión, estímulo y soporte intelectual. Agradezco también a la Universidad de Navarra y a su Departamento de Educación por la acogida que me han dispensado y la posibilidad de llevar a cabo esta tesis doctoral.

Quiero, también, agradecer a los profesores del laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico, que han participado

Introducción

en este estudio, su colaboración, su tiempo y sus valiosas aportaciones.

Gracias, además, al apoyo incondicional de toda mi familia sin los cuales difícilmente este proyecto hubiera llegado a buen término: mi esposo Daniel que con su solicitud ha sido siempre un excelente consejero, a mis padres y mis suegros.

CAPÍTULO I. La enseñanza de la ciencia

1. La universidad: la casa donde se busca la verdad

Sin la enseñanza no se avanzaría en el conocimiento y continuamente habría que adquirir las mismas bases. Gracias a la enseñanza se pueden obtener las bases necesarias para conocer más y el nuevo conocimiento se puede transmitir a las generaciones futuras. Cada generación destaca por los descubrimientos y conocimientos alcanzados. Los miembros de una generación son los responsables de adquirir los conocimientos ya alcanzados por las generaciones anteriores y además tienen el reto de trabajar por ampliar los conocimientos adquiridos para contribuir con algo en las generaciones futuras.

La enseñanza es importante para todas las generaciones, aunque no todas las generaciones se preocupen de igual manera de la enseñanza. Las circunstancias de cada generación prioriza algunos campos sobre otros. En el siglo veinte destacaron dos trágicas guerras mundiales. La búsqueda de la paz era lo prioritario. Para el logro de esa paz el diálogo era la opción clave. Ahora bien, para dialogar había que conocer y tener una permanente apertura de búsqueda de la verdad. En este punto, la enseñanza adquiere una importancia vital.

La Universidad encarna un ideal que no debe desvirtuarse ni por ideologías cerradas al diálogo racional, ni por servilismos a una lógica utilitarista de simple mercado, que ve al hombre como mero consumidor. Un diálogo que no traicione la verdad que se busca. ¿Cómo se puede entender ese diálogo al que la Universidad nos convoca? Si nos remontamos a *De Idolatría*, (Tertuliano, 1987, 1, 4, 5) quizá encontremos una respuesta muy adecuada. “Convivir con los paganos, no es tener sus mismas costumbres. Convivimos con todos, nos alegramos con ellos porque tenemos en común la naturaleza, no las supersticiones. Tenemos la misma alma, pero no el mismo comportamiento; somos coposeedores del mundo, no del error”. Diálogo no es pues consenso. Más bien es esa búsqueda sincera de la verdad que nos atrapa y nos acoge. “La verdad se escapa al déspota y se abre sólo a quien se aproxima a ella en actitud de profundo respeto, de humildad reverente” (Ratzinger 1991, 203).

La enseñanza de la ciencia

Los jóvenes necesitan auténticos maestros; personas abiertas a la verdad total en las diferentes ramas del saber, sabiendo escuchar y viviendo en su propio interior ese diálogo interdisciplinar; personas convencidas, sobre todo, de la capacidad humana de avanzar en el camino hacia la verdad. La juventud es tiempo privilegiado para la búsqueda y el encuentro con la verdad. Como ya dijo Platón (Platón y Medina González, 2013): “busca la verdad mientras eres joven, pues si no lo haces, después se te escapará de entre las manos”. Y como señalaba Benedicto XVI, “esta alta aspiración es la más valiosa que podéis transmitir personal y vitalmente a vuestros estudiantes, y no simplemente unas técnicas instrumentales y anónimas, o unos datos fríos, usados sólo funcionalmente”.

Esta actitud sincera por la verdad marca la tarea inequívoca de todo profesor universitario. Una tarea que, en el discurso al que estoy haciendo alusión, concretaba de la siguiente forma: “os animo encarecidamente a no perder nunca dicha sensibilidad e ilusión por la verdad; a no olvidar que la enseñanza no es una escueta comunicación de contenidos, sino una formación de jóvenes a quienes habéis de comprender y querer, en quienes debéis suscitar esa sed de verdad que poseen en lo profundo y ese afán de superación. Sed para ellos estímulo y fortaleza”.

La universidad recuerda su origen y la tradición heredada, pues “la genuina idea de universidad es precisamente lo que nos preserva de esa visión reduccionista y sesgada de lo humano”, en la medida en que, como señala Newman (1996, 123-142), no un tipo de saber cualquiera, sino aquel que se considera, en cada momento histórico, como el más elevado, el que mejor refleja al atributo de verdad. Pues bien, esa búsqueda de la verdad es el carácter superior de todos los conocimientos que constituyen la finalidad de la Universidad. Es superior por hallarse dichos conocimientos sólidamente afincados en procesos rigurosos de investigación; por versar sobre aspectos de realidad social y natural altamente relevantes para el avance de las ciencias, para la comprensión del hombre y de su existencia, y para el progreso humano.

Como señalara Polo (1997, 36), “el saber superior es la adquisición de conocimientos en la situación más alta que la humanidad ha adquirido en un momento histórico”. Pero la universidad no puede ser una simple depositaria pasiva de este saber,

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

sino que tiene que incrementarlo y difundirlo. Incrementarlo porque el saber superior, continua Polo (1997, 32), “es la cumbre del saber heredado, pero como ocurre siempre en la historia, lo heredado nunca está terminado, sino hay que continuarlo”; por eso el saber superior está siempre abierto al futuro, y es a la universidad a la que corresponde, en buena parte, la responsabilidad no sólo de difundirlo sino, en primer lugar, de incrementarlo.

Y, de este modo, “El saber superior es valioso por sí mismo y no sólo por la utilidad que reporta, aunque evidentemente se encuentra en la base del desarrollo humano y social en todas sus dimensiones. Es por su valor intrínseco, tanto como por su valor práctico y social, por lo que el saber superior debe ser difundido (...) El trabajo académico verdaderamente universitario, por lo tanto, no puede adolecer de reduccionismos de ningún signo. Se impone así la necesidad de concebir la búsqueda y difusión de la verdad como una actividad interdisciplinaria, como trabajo propio no tanto de individuos aislados sino de comunidades académicas de investigación y diálogo, en las que prime el interés por el cultivo de los saberes teórico y práctico, antes que por intereses ideológicos o mercantilistas que empequeñecerían el ideal de que la universidad sea realmente el alma mater de todos los que la conforman” (Parra, 2005, 150-151).

En efecto, la universidad como “casa donde se busca la verdad propia de la persona humana” no es compatible con el relativismo y el escepticismo que neutralizan el amor a la verdad, entregando al hombre en manos de otros intereses, pragmáticos o ideológicos, pero siempre más mezquinos: “La universidad, señalaba Benedicto XVI (2011), encarna un ideal que no debe desvirtuarse ni por ideologías cerradas al diálogo racional, ni por servilismos a una lógica utilitaria de simple mercado, que ve al hombre como mero consumidor”.

2. Responsables de un ideal

En esta tarea mucho tienen que ver los mayores, auténtica riqueza de la que puede vanagloriarse una Institución Universitaria. Conservar lo valioso es de tal riqueza que hace atractiva a cualquier Institución o persona que tenga algo que conservar. No cabe duda, como señala González (2010), que preservar la identidad de una institución a lo largo del tiempo no es cosa fácil, pues el dinamismo y la inercia de la vida ejercen una presión constante sobre las formas institucionales asentadas. Weber (1964, 197 y ss.) habla de la

“rutinización” del carisma que sucede a los momentos fundacionales; Durkheim (1992, 197), de los tiempos profanos que siguen a los momentos sagrados de entusiasmo colectivo. Para Simmel (2001), la vida tiende siempre a superar la forma recibida para ir en busca de otra.

El problema de mantener la fidelidad al origen a lo largo del tiempo, evitando tanto anquilosamientos como originalidades falsas, fue lo que –según Arendt– llevó a los romanos a crear la institución del senado, que, como su nombre indica, estaba compuesto por los mayores.

El título principal para pertenecer al senado, en efecto, no era de entrada la mayor sabiduría, sino la mayor proximidad al origen, al momento fundacional de Roma. La clase de sabiduría de la que era depositario el senado, la fuente de su autoridad peculiar, vino a constituir lo que se llama tradición (Arendt, 2003, 193 y ss.), un principio de genuino progreso, en la medida en que, en medio de los cambios, garantizaba la identidad con el origen.

La autoridad de la tradición, elemento fundamental en la identidad de cualquier institución, lo es especialmente de la universidad, que nació como lugar de encuentro de profesores y alumnos, con el fin de transmitir y profundizar en el saber heredado. Precisamente la tradición es lo que entró en crisis con las revoluciones modernas y lo que ahora tratamos de recuperar reflexivamente, elaborando discursos sobre la identidad.

En esta coyuntura, Benedicto XVI (2009a) invitó a los jóvenes profesores universitarios a que sientan “la responsabilidad de este ideal que hemos recibido de nuestros mayores”, a saberse sus “continuadores en una historia bien distinta de la suya, pero en la que las cuestiones esenciales del ser humano siguen reclamando nuestra atención e impulso hacia adelante”.

No cabe duda de que los tiempos actuales son bien diferentes a los de generaciones anteriores. No se puede afrontar el futuro desde esquemas pretéritos, puesto que nadie sabe si realmente fueron los mejores para su tiempo; menos aún, por tanto, podrá avalarse su potencial de futuro. Si se hace así, se perturbará la percepción del sentido del tiempo presente, refrenando el dinamismo de la realidad social y cegando la mirada que avizora lo porvenir. Y el futuro llega

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

inexorablemente, como decía Lewis, a golpe de sesenta segundos por minuto, y sesenta minutos por hora. El riesgo se cumplirá. La apertura radical hacia el futuro se realiza eminentemente como esperanza de lo inesperado, y consiste en saber ver y aprovechar las oportunidades. No ocurre necesariamente que las oportunidades se presenten sólo una vez, como suele decirse; pueden ofrecerse repetidas veces; pero dará igual una que muchas si la mirada permanece opaca: no las verá nunca. Y en esto los mayores tienen mucho que ver para que esas “nuevas soluciones” realmente tengan que ver con la identidad de la Institución Universitaria y no sean modas pasajeras.

Tomar el testigo de las generaciones de universitarios que nos han precedido, y realizar en nuestro actual momento histórico semejante ideal universitario constituye un reto apasionante, que, en la presente situación, sólo cabe afrontar alimentando el núcleo de la vida universitaria, sorteando los obstáculos estructurales y culturales que hoy en día configuran su peligro más próximo. Estos obstáculos pueden ser diferentes de los de otras épocas; pero no son insuperables, siempre que los protagonistas de la vida universitaria recuperen el sentido de la propia tarea. Lo ilustra de manera elocuente la propia experiencia de Benedicto XVI, quien recuerda que las importantes carestías materiales que sufría la universidad alemana durante la posguerra nada podían frente a “la ilusión por una actividad apasionante”, como era “el trato con colegas de distintas disciplinas y el deseo de responder a inquietudes últimas y fundamentales de los alumnos”.

3. Los auténticos maestros

Llevar a cabo este ideal de Universidad tiene mucho que ver con descubrir el atractivo de los auténticos maestros, que Benedicto XVI (2009a) describe en breves trazos como “personas abiertas a la verdad total en las diferentes ramas del saber”, que saben “escuchar y vivir en su propio interior ese diálogo interdisciplinar” tan necesario para superar la fragmentación de los saberes; “personas convencidas sobre todo de la capacidad humana de avanzar en el camino hacia la verdad”.

En estas palabras se contiene sin duda una invitación a reflexionar sobre el significado de la enseñanza, que nunca puede limitarse a la transmisión de verdades parciales, desconectadas de su fuente última de sentido; que nunca puede reducirse a “una escueta comunicación

de contenidos”, sino que ha de entenderse, más bien, como “una formación de jóvenes a quienes habéis de comprender y querer, en quienes habéis de suscitar esa sed de verdad que poseen en lo más profundo, y ese afán de superación”. Los jóvenes, con sus inquietudes de verdad, tantas veces ocultas para ellos mismos, son en última instancia el estímulo de ese “ayuntamiento de maestros y escolares”, unidos “por el entendimiento y la voluntad de aprender los saberes” (Benedicto XVI, 2009a), sin el cual no hay universidad.

Pero ese aprendizaje es mucho más que la transmisión de verdades parciales; por eso, en un momento marcado por la fragmentación de los saberes, la caracterización del maestro contiene una alusión a la interdisciplinariedad, así como una clave para interpretar correctamente su sentido. Pues tal “interdisciplinariedad” no puede tener lugar únicamente desde planteamientos analíticos y fragmentarios del saber; solo puede nacer de una reflexión y síntesis personal, que contempla las distintas ciencias a la luz de una verdad que le dote de unidad de sentido. Por ello, todo profesor universitario debe tener algo de filósofo; pues es en esa filosofía de la propia disciplina donde encuentra los puntos últimos de conexión con los demás saberes.

Pero, ¿dónde encontrarán los jóvenes esos puntos de referencia en una sociedad quebradiza e inestable?, se pregunta Benedicto XVI. Y su respuesta es tan elocuente que no necesita matización alguna. “A veces se piensa que la misión de un profesor universitario sea hoy exclusivamente la de formar profesionales competentes y eficaces que satisfagan la demanda laboral en cada preciso momento. También se dice que lo único que se debe privilegiar en la presente coyuntura es la mera capacitación técnica. Ciertamente, cunde en la actualidad esa visión utilitarista de la educación, también la universitaria, difundida especialmente desde ámbitos extrauniversitarios. Sin embargo, vosotros que habéis vivido como yo la Universidad, y que la vivís ahora como docentes, sentís sin duda el anhelo de algo más elevado que corresponda a todas las dimensiones que constituyen al hombre. Sabemos que cuando la sola utilidad y el pragmatismo inmediato se erigen como criterio principal, las pérdidas pueden ser dramáticas: desde los abusos de una ciencia sin límites, más allá de ella misma, hasta el totalitarismo político que se aviva fácilmente cuando se elimina toda referencia superior al mero cálculo de poder. En cambio, la genuina idea de Universidad es precisamente lo que nos preserva de

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

esa visión reduccionista y sesgada de lo humano” (Benedicto XVI, 2009a).

¿Cómo lograr dar respuesta al anhelo de la juventud desde el quehacer universitario? Benedicto XVI a los representantes del mundo universitario reunidos en el Castillo de Praga les sugería dos cuestiones:

“En primer lugar, que el camino hacia la verdad completa compromete también al ser humano por entero: es un camino de la inteligencia y del amor, de la razón y de la fe. No podemos avanzar en el conocimiento de algo si no nos mueve el amor; ni tampoco amar algo en lo que no vemos racionalidad: pues “no existe la inteligencia y después el amor: existe el amor rico en inteligencia y la inteligencia llena de amor” (Benedicto XVI, 2009a, n. 30). Si verdad y bien están unidos, también lo están conocimiento y amor. De esta unidad deriva la coherencia de vida y pensamiento, la ejemplaridad que se exige a todo buen educador.

Y en segundo lugar, como ya señalé al principio pero vale la pena recordarlo nuevamente, “hay que considerar que la verdad misma siempre va a estar más allá de nuestro alcance. Podemos buscarla y acercarnos a ella, pero no podemos poseerla del todo: más bien, es ella la que nos posee a nosotros y la que nos motiva. En el ejercicio intelectual y docente, la humildad es asimismo una virtud indispensable, que protege de la vanidad que cierra el acceso a la verdad. No debemos atraer a los estudiantes a nosotros mismos, sino encaminarlos hacia esa verdad que todos buscamos” (Benedicto XVI 2009a).

Y, por tanto, lejos de pragmatismos, la Universidad es una escuela al servicio de la verdad, donde “sin el saber, el hacer es ciego, y el saber es estéril sin el amor” (Benedicto XVI, 2009a, n. 30), o como lo expresa Llano (2003, 41): “Saber más para servir mejor: tal es el lema de los que hemos elegido la universidad como estilo de vida”.

Tras esta breve reflexión acerca del sentido y la razón de la Universidad, en el siguiente epígrafe abordaremos la realidad en la que se encuentra la situación de la enseñanza.

4. La situación de la enseñanza de la ciencia

Lo primero que se percibe es que la lógica utilitarista ejerce hoy día una notable influencia en el marco universitario. De hecho, la evaluación como carácter procedimental, se adueña de la calidad y las Universidades son evaluadas y valoradas para su inserción social. De este modo, a finales del siglo veinte surgieron organizaciones que se encargaron de evaluar la situación en la cual se encontraba la enseñanza. En orden cronológico aparecieron las siguientes organizaciones: en 1969 la *Valoración Nacional del Progreso Educativo* [NAEP], en 1994 el *Consejo Nacional de Enseñanza y Futuro de América* [NCTAF], en 1995 los *Caminos Internacionales de las Matemáticas y las Ciencias* [TIMSS], y en 1999 la *Valoración de los Estudiantes Internacionales* [PISA]. A continuación se estudiarán cada una de las organizaciones mencionadas.

4.1. NAEP

NAEP apareció en Estados Unidos y se desarrolló en 1969 con la idea de determinar los avances de los estudiantes estadounidenses.

“NAEP fue desarrollada en 1969 para medir los logros del estudiante a nivel nacional y es la evaluación sólo nacionalmente representativa y constante de lo que los estudiantes de los Estados Unidos saben y pueden hacer en varias áreas temáticas. Las evaluaciones se llevan a cabo periódicamente.”

A partir de 1983, NAEP contó con la ayuda del *Centro Nacional de Estadística Educativa* [NCES]. NCES se centra en la obtención y el análisis de los datos relacionados con la educación e informa de la necesidad de mejorar los niveles educativos.

“Desde 1983, ETS (organización privada sin fines de lucro dedicada a la medición educativa y de investigación, principalmente a través de las pruebas), en nombre del NCES, ha desarrollado el contenido, ha analizado los datos y ha divulgado los resultados para NAEP.” “Autorizado por el Congreso de Estados Unidos en 2009, en la *American Recovery and Reinvestment Act* [ARRA], la carrera para el programa de máxima evaluación proporciona financiación a los consorcios de los Estados para desarrollar evaluaciones válidas, apoyar e informar sobre la instrucción, proporcionar información

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

precisa sobre lo que los estudiantes saben y pueden hacer y valorar los logros del estudiante ante las normas diseñadas para asegurar que todos los estudiantes adquieren los conocimientos y las habilidades necesarias para tener éxito en la universidad y en el trabajo. Estas evaluaciones pretenden jugar un papel crítico en los sistemas educativos; proporcionar a los administradores, educadores, padres y estudiantes los datos y la información necesaria para mejorar continuamente la enseñanza y el aprendizaje; y ayudar a alcanzar la meta de la restauración, para el año 2020”.¹

Una interpretación del párrafo anterior es que en el 2009 se relacionaron los éxitos universitarios y laborales con los conocimientos y habilidades alcanzadas por los estudiantes en los cursos previos. Concluyendo que para alcanzar la restauración era necesario mejorar la enseñanza. Según NSES (National Research Council, 1996), los estudiantes deberían experimentar y entender la construcción del conocimiento científico. NSES se centra en un nivel básico del conocimiento (National Research Council, 1996) y la comprensión de los conceptos científicos necesarios para la toma de decisiones (Choi, Lee, Shin, Kim y Krajcik, 2011). NSES propone investigar los modelos didácticos para que los estudiantes entiendan la naturaleza de la ciencia (Ford y Forman, 2006). NSES también afirma que la cobertura de todos los temas, vocabulario y la información presentada en los libros de texto entra en conflicto directo con el desarrollo del conocimiento científico de los estudiantes y su comprensión:

“NSES se centra en un nivel básico del conocimiento y la comprensión de los conceptos científicos necesarios para hacer decisiones. Los autores de NSES también apoyan "menos es más" y afirman que la cobertura de todos los temas, el vocabulario, y la información presentada en los libros de texto entra en conflicto directo con el desarrollo del conocimiento

¹ Se puede consultar más información en la página oficial del Gobierno de Educación Norteamericano: <http://www2.ed.gov/programs/racetothetop-assessment/index.html> (Último acceso: Noviembre de 2013).

La enseñanza de la ciencia

científico de los estudiantes y su comprensión” (Choi, Lee, Shin, Kim y Krajcik, 2011, 683).

En la tabla 1-1 se observan los niveles alcanzados por estudiantes del octavo grado con respecto a sus conocimientos de ciencia en el 2011. Los datos recogidos en la tabla impulsaron a NAEP a poner la atención en el bajo rendimiento de los estudiantes y los factores relacionados con la educación. Se pone de manifiesto la conveniencia y necesidad de mejorar la enseñanza de la ciencia en la medida en que los resultados así lo muestran (Bonera, Borghil, Deambrosis y Mascheretti, 1995; FOMEC, 1995). Una de las sugerencias del Consejo Nacional para una Excelente Educación [NCEE] con respecto al aumento del alcance de los estudiantes consiste en mejorar la calidad de los profesores (*National Commission on Excellence in Education*, 1983).

ESTADO	PUNTUACIÓN	ESTADO	PUNTUACIÓN
Alabama	140	Montana	163
Alaska	153	Nebraska	157
Arizona	144	Nevada	144
Arkansas	148	New Hampshire	162
California	140	New Jersey	155
Colorado	161	New Mexico	145
Connecticut	155	New York	149
Delaware	150	North Carolina	148
Florida	148	North Dakota	164
Georgia	151	Ohio	158
Hawaii	142	Oklahoma	148
Idaho	159	Oregon	155
Illinois	147	Pennsylvania	151
Indiana	153	Rhode Island	149
Iowa	157	South Carolina	149
Kansas	156	South Dakota	162
Kentucky	157	Tennessee	150
Louisiana	143	Texas	153
Maine	160	Utah	161
Maryland	152	Vermont	163
Massachusetts	161	Virginia	160
Michigan	157	Washington	156
Minnesota	161	West Virginia	149
Mississippi	137	Wisconsin	159
Missouri	156	Wyoming	160

Tabla 1-1. Promedio de la valoración de los estudiantes de octavo grado con respecto a sus conocimientos de ciencia en el 2011.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Fuente:

<http://nces.ed.gov/nationsreportcard/statecomparisons/withinyear.aspx?usrSelections=1%2cSCI%2c0%2c0%2cwithin%2c0%2c0>

4.2. NCTAF

Los informes basados en las investigaciones de los trabajos en las escuelas, donde se han puesto en marcha iniciativas para mejorar la enseñanza, dependen de la Comisión Nacional de la Enseñanza y el Futuro de América [NCTAF]. De acuerdo con esos estudios, NCTAF argumentó sobre lo que saben y lo que hacen los profesores. Ese saber y saber hacer se muestra como la influencia más importante en el aprendizaje de los estudiantes.

NCTAF se fundó en 1994 con la intención de asegurar que todos los niños pudieran acceder a una enseñanza de calidad en las escuelas. NCTAF colabora con agencias educativas y desarrolla equipos educativos, estrategias de enseñanza y profesores innovadores.

“La NCTAF de América fue fundada en 1994 para asegurar que cada niño tenga acceso a una enseñanza de calidad en las escuelas. En colaboración con lo nacional, lo estatal y las agencias de educación locales, NCTAF desarrolla prototipos para la preparación de profesores innovadores, los equipos de enseñanza colaborativa y las estrategias aprovechando la participación de la comunidad, compartiendo el impacto de estos programas con los que influyen en la política y legislación educativa.

Durante 15 años ha investigado sobre calidad de la enseñanza y las condiciones que facilitan el éxito en el aprendizaje, NCTAF está ayudando a transformar las escuelas en todo el país. La preparación de la próxima generación de estudiantes es un trabajo exigente que ningún profesor debería esperar afrontar solo. En una cultura de colaboración y desarrollo profesional continuo, los profesores más involucrados profesionalmente son

capaces de educar más eficazmente a nuestros estudiantes conectados a los móviles”.²

NCTAF ha logrado transformar las escuelas positivamente, ha conseguido mejorar los niveles profesionales, ha influido en la formación de organizaciones para que los profesores no se sientan aislados y además ha desarrollado estrategias y contenidos para los profesores. De entre las publicaciones de NCTAF más importantes destaca la del futuro de la enseñanza americana publicada en 1996.

“Las investigación y publicaciones de NCTAF han impactado positivamente en la calidad de la enseñanza en las escuelas en todo el país durante casi 20 años. Nuestra investigación ha informado del crecimiento de los estándares de la enseñanza profesional, el nacimiento de las organizaciones que refuerzan la carrera de los profesores y los debates nacionales sobre los métodos para fomentar y desarrollar habilidades y conocimientos del profesor.

En el primer informe innovador de NCTAF, el más importante (National Commission on Teaching and America's Future, 1996), el profesor ha sido nombrado como "competente, cuidadoso, cualificado para la enseñanza de las escuelas exitosas". En consecuencia se generó un diálogo nacional sobre la importancia de la enseñanza de gran calidad”.

NCTAF pone el acento tanto en el exterior como en el interior del profesor. La educación, además de los recursos de los que disponga, depende de los conocimientos, habilidades y disposiciones de los profesores para promover el aprendizaje a todos los estudiantes (Sykes, 1999). Los estudiantes alcanzarán el éxito esperado por la sociedad si los estudiantes dialogan con profesionales competentes, que conozcan la materia y que sean capaces de motivar y facilitar el aprendizaje a los estudiantes (Duran y Burgoon, 2009).

4.3. TIMSS

² Se puede consultar más información sobre NCTAF en su página web oficial: <http://nctaf.org/about-nctaf/> (Último acceso en noviembre de 2013).

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

TIMSS, como organización de los Caminos Internacionales de las Matemáticas y las Ciencias, se ocupa del nivel científico de los estudiantes procedentes de varios países. Un ejemplo aparece en la tabla 1-2, donde se observan los niveles en ciencia promediados alcanzados por los estudiantes de octavo grado encontrados en el 2011.

PAÍS	PUNTUACIÓN	PAÍS	PUNTUACIÓN
Singapore	590	Tunisia	439
ChineseTaipeiCHN	564	Armenia	437
Korea, Rep. of	560	Saudi Arabia	436
Japan	558	Malaysia	426
Finland	552	SyrianArabRepublic	426
Slovenia	543	PalestinianNat'lAut.	420
Russian Federation	542	Georgia	420
Hong Kong-CHN	535	Oman	420
England-GBR	533	Qatar	419
United States	525	Macedonia, Rep. of	407
Hungary	522	Lebanon	406
Australia	519	Indonesia	406
Israel	516	Morocco	373
Lithuania	514	Ghana	306
New Zealand	512	Massachusetts-USA	567
Sweden	509	Minnesota-USA	553
Italy	501	Alberta-CAN	546
Ukraine	501	Colorado-USA	542
Norway	494	Indiana-USA	533
Kazakhstan	490	Connecticut-USA	532
Turkey	483	NorthCarolina-USA	532
Iran, IslamicRep.of	474	Florida-USA	530
Romania	465	Ontario-CAN	521
UnitedArabEmirates	465	Quebec-CAN	520
Chile	461	California-USA	499
Bahrain	452	Alabama-USA	485
Thailand	451	Dubai-UAE	485
Jordan	449	Abu Dhabi-UAE	461

Tabla 1-2. Promedio de la puntuación en ciencia de los estudiantes de octavo grado encontrado en el 2011 por el sistema educativo. (http://nces.ed.gov/timss/table11_5.asp)

TIMSS comprobó que los estudiantes no alcanzan los conocimientos básicos esperados por la comunidad internacional, lo cual pone de manifiesto la necesidad de mejorar el modo en que la

La enseñanza de la ciencia

ciencia ha de ser enseñada (Tytler, 2009) y revela el estado de crisis en el que se encuentra la enseñanza de la ciencia.

“El Estudio de las Tendencias en Matemáticas y Ciencias es una evaluación internacional de los conocimientos de las matemáticas y la ciencia de los estudiantes de cuarto grado y octavo grado en todo el mundo. TIMSS fue desarrollado por la Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo [IEA] para permitir que las naciones participantes compararan el logro educativo de los estudiantes a través de las fronteras.

TIMSS fue creado a través de una amplia colaboración entre los países participantes. Expertos en currículo, medición y la educación de todo el mundo trabajaron juntos para crear los marcos de evaluación, listas de artículos y cuestionarios. TIMSS se basa en los planes de estudio de las escuelas de todo el mundo, y se ha organizado para investigar cómo a los estudiantes se les proporcionan oportunidades de educación, y los factores que influyen en cómo los estudiantes hacen uso de estas oportunidades”.

A nivel internacional, los datos que proporciona TIMSS manifiestan que los estudiantes con actitudes más positivas hacia la ciencia tienen un mayor rendimiento promedio en ciencia que los estudiantes con escasas actitudes hacia la ciencia (Thompson, Wernert, Underwood y Nicholas, 2008; Oliver y Venville, 2011). A este respecto, Yoon (2009) también encontró una relación directa entre la motivación y el conocimiento científico de los estudiantes coreanos (Oliver y Venville, 2011). De algún modo, puede hacerse hincapié en la relación que hay entre las actitudes y el rendimiento en ciencias de los estudiantes.

4.4. PISA

PISA es definido por Chiu & Duit (2011) como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE] acerca de la medición de las características claves de la cultura científica en el control internacional de los estudios del Programa para la Valoración

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

de los Estudiantes Internacionales. En el estudio de PISA se puede apreciar cómo la enseñanza se encuentra en una situación de crisis.

“PISA no analiza los programas escolares nacionales, sino que revisa los conocimientos, las aptitudes y las competencias que son relevantes para el bienestar personal, social y económico (OECD, 1999).”

PISA valora el rendimiento y la capacidad, que tienen los estudiantes, para entender y resolver problemas. La valoración la realizó revisando los conocimientos, las actitudes y las competencias en tres campos: la lectura, las matemáticas y las ciencias, por considerar estos campos relevantes para el bienestar de la sociedad. Pese a ser relevantes los tres campos hay que elegir uno para centrar esta tesis. El campo de las ciencias es el elegido, porque el siglo veinte era el siglo de las ciencias.

Podría pensarse que el siglo de las ciencias, el siglo en el que las ciencias avanzaron más que otros campos, requeriría una enseñanza del campo en cuestión adecuada a los avances científicos y tecnológicos del siglo. Esto sería lo lógico, pero habría que pasar de la teoría a la práctica y comprobar si lo razonable es coherente con la práctica.

Para PISA, las competencias en ciencia son como las habilidades y las motivaciones, de los conocimientos científicos, necesarias para resolver los problemas mundiales (DeBoer, 2011). PISA (2011, 96) considera la competencia científica como “el grado en el que un individuo posee conocimiento científico y lo emplea para identificar preguntas, adquirir conocimientos nuevos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en la evidencia sobre temas relacionados con la ciencia”. En el estudio PISA 2009 se incluye la evaluación de esta competencia, aunque no con la prioridad que se trataba en el estudio 2006 y que será tratada en el 2015, hecho que ha de ser tenido en cuenta a la hora de comparar los resultados de los diferentes informes.

Al igual que en las competencias de lectura y de matemáticas, en la competencia científica los resultados ponen de manifiesto que el sistema educativo español tiene unos resultados muy similares a los del promedio OCDE en los niveles de rendimiento medios y bajos, produciéndose las mayores diferencias en los niveles altos.

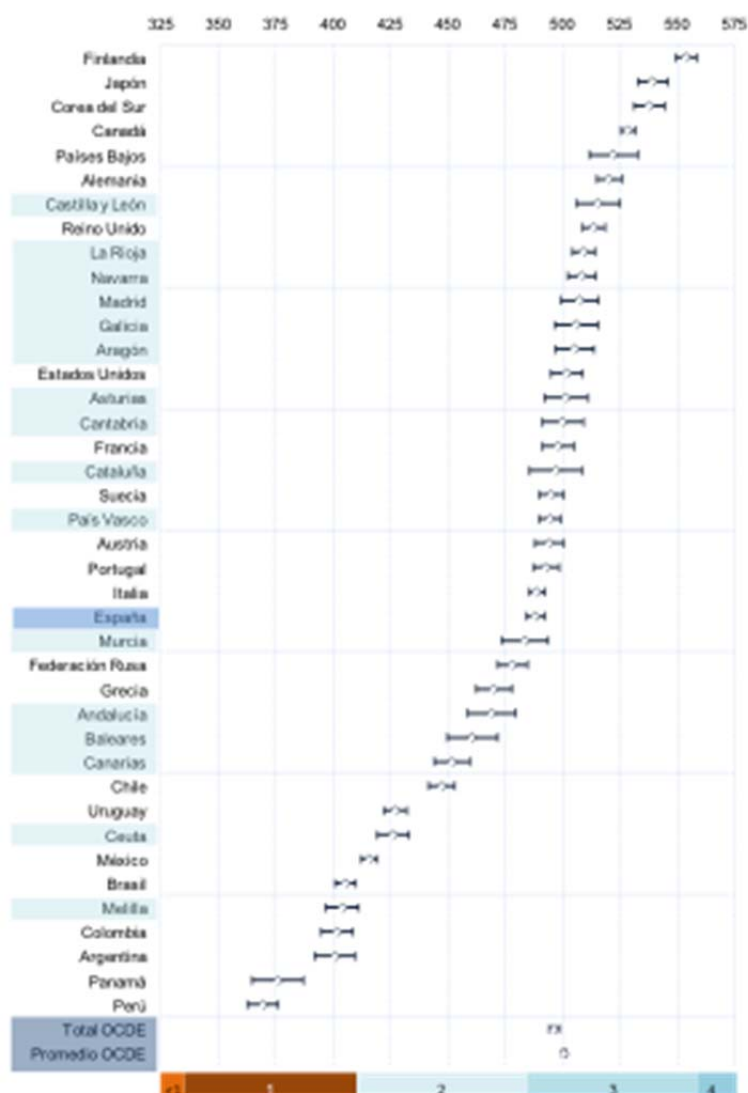
La enseñanza de la ciencia

Sin embargo, al contrario de lo que ocurre en las competencias lectora y matemática, en la competencia científica no existen diferencias significativas entre las chicas y los chicos, pues en el conjunto de los países de la OCDE tanto las alumnas como los alumnos obtienen una puntuación promedio de 501 puntos. En España la diferencia se eleva a 7 puntos a favor de los chicos. Este fenómeno ya se daba en los anteriores estudios PISA (Cfr. PISA 2011, 96).

Los resultados promedio se muestran en la gráfica 1-1. En dicha gráfica aparecen los países analizados en orden de mejores a peores resultados obtenidos por los estudiantes en competencias científicas.

España ocupa un lugar intermedio bajo en la gráfica 1-1. Puede apreciarse, como dato significativo, que el promedio de 488 puntos obtenido por los estudiantes españoles está lejos de los promedios obtenidos por los estudiantes de Shanghái-China (575 puntos) y de Finlandia (554 puntos). Para Schibeci (2009), esta situación podría deberse a las pobres cualidades psicométricas de los instrumentos empleados por PISA. Para saber si esa es una razón convincente habría que utilizar otros instrumentos. Parece necesaria comparar estos resultados con los ofrecidos por otras organizaciones.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)



Fuente: Ministerio de Educación, 2010.

<http://www.institutodeevaluacion.educacion.es>

Gráfica 1-1. Resultados promedio en competencia científica.

“Los resultados españoles en competencia científica 2009 son los mismos que los obtenidos en 2006 (488) y muy similares a los de 2003 (487)”. (Ministerio de Educación, 2010, p. 79).

El Ministerio de Educación (2010) realizó un informe de las competencias en ciencia de los estudiantes españoles. Los resultados de los estudiantes españoles en el 2009 fueron similares a los resultados obtenidos en el 2006 y en el 2003. Esto significa que han pasado seis años sin una apreciable mejora en los estudiantes españoles con respecto a las competencias en ciencia. No quiere decir que en otras materias se haya mejorado. Otros países tienen mejores puntuaciones, por tanto, es posible aumentar el nivel en ciencia de los estudiantes españoles.

5. Conclusión

Resumiendo el presente capítulo, los estudios realizados por destacadas organizaciones centradas en la investigación de la enseñanza: NAEP, NCTAF, TIMSS y PISA demuestran que la situación de la enseñanza de la ciencia es mejorable. En concreto, PISA encontró un descenso del nivel de los estudiantes y unos resultados insatisfactorios en cuanto a las actitudes de los estudiantes hacia las materias más específicas de ciencia y sus motivaciones e intereses en el aprendizaje de las ciencias.

TIMSS analizó el alcance de los conocimientos básicos de los estudiantes y NAEP verificó ese mismo diagnóstico. La enseñanza de las ciencias debe desarrollarse más, según PISA y TIMSS (Waddington, Nentwig y Schanze, 2007; Chiu y Duit, 2011). NCES estuvo de acuerdo con la necesidad de mejorar los niveles educativos. Por su parte, NCTAF destacó que los profesores son los más influyentes en el aprendizaje de los estudiantes.

“La correlación entre las medias por país de PISA 2003 y TIMSS 2003 de octavo básico es de 0,84 en matemáticas y 0,95 en la ciencia. Los valores bajan al 0,66 y 0,79 si se excluyen los dos países en desarrollo con peores resultados. En general, los países occidentales tienen un mejor desempeño en PISA; y los países asiáticos y de Europa del Este lo hacen mejor en TIMSS. El equilibrio de contenidos y los años de escolaridad explican la mayor parte de la variación”.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Otras investigaciones con similares resultados han sido realizadas por la Fundación Nacional de Ciencias [NSF], la Asociación de los Maestros de la Ciencia Nacional [NSTA], la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia [AAAS] y el Consejo Nacional de la Investigación [NRC].

CAPITULO II. La situación de la enseñanza de la ciencia

1. Posibles causas de la situación de la enseñanza de la ciencia

Los países unidos ante la deficiente situación de la enseñanza de la ciencia encontrarían soluciones comunes. Aunque cada país concrete en su caso particular cómo ejercer esas soluciones. Cada país tiene sus propias historias, además de los valores culturales, los cuales afectan a lo que cada país quiere que sus estudiantes aprendan en ciencia y cómo se quiere evaluar el conocimiento, pero también hay elementos comunes que podrían constituir la base para un esfuerzo de establecer normas internacionales (DeBoer, 2011).

Antes de buscar soluciones es aconsejable conocer bien el problema y la causa o causas que lo producen, puesto que las soluciones dependerán de las causas. De acuerdo con Leavy McSorley, y Bote (2007), y Richardson (1996), una de las funciones de la enseñanza consiste en transferir información, sin embargo, los resultados de los estudiantes muestran la falta de adquisición de la información científica. Para Choi, Lee, Shin, Kim y Krajcik (2011), la principal limitación de las concepciones actuales de conocimiento del contenido es la falta de visión de las relaciones entre las ideas y la falta de ideas de unificación o de núcleo a través de disciplinas de las ciencias, que son como la organización de las estructuras de la construcción de las ideas. Esta no es la única de las causas planteadas en la literatura.

Las posibles causas estudiadas en esta tesis se tratarán en los siguientes apartados del presente capítulo y en este orden: la falta de colaboración, el motivar a los estudiantes, la falta de formación, el desarrollo profesional y el modelo del profesor. No se pretende eliminar otras causas que estén influyendo en la situación de la enseñanza de la ciencia en el momento actual, tan sólo se han seleccionado las consideradas más influyentes en dicha situación actual.

La situación de la enseñanza de la ciencia

1.1. Falta de colaboración

La colaboración o falta de ella entre los profesores y entre estos y sus estudiantes podría ser una de las causas que influye en los resultados de los estudiantes. El conocimiento fluiría de unos a otros si ambas partes colaboran. Para que las personas colaboren entre ellas como mínimo tienen que interactuar. Bakkenes, Hoekstra, Meirink y Zwart (2004) encontraron en su investigación cinco categorías: hacer, experimentar, reflexionar, aprender de otros sin interactuar y aprender de otros interactuando. Un ejemplo de estas interacciones es la clasificación de las actividades de colaboración de los profesores en los equipos de investigadores presentados por Meirink, Meijer y Verloop (2007). Otro ejemplo es el trabajo de Meirink, Meijer, Verloop y Bergen (2009), donde los profesores fueron entrevistados tras un programa de encuentro en equipo para explorar lo que aprendieron de la colaboración con sus colegas. Estos profesores entrevistados manifestaron que aprendieron con sus colegas mediante el intercambio de ideas, experiencias y métodos de enseñanza (Butler, Novak Lauscher, Jarvis–Selinger y Beckingham, 2004). Si los profesores colaboran con los estudiantes y con otros profesores, los estudiantes se beneficiarían de la adquisición de los diferentes conocimientos (Melville y Bartley 2010; National Research Council, 1996).

1.2. Motivar a los estudiantes

Los estudiantes presentan problemas con las ciencias y tal vez esto provoque que los estudiantes se alejen de las ciencias (Seymour y Hewitt, 1997). Los estudiantes prefieren matricularse en materias que les agradan más que las materias científicas, alejándose de aquello que les desagrada como son los conceptos científicos, las leyes de las ciencias y la escasa aplicabilidad que los estudiantes encuentran en sus vidas. Sin embargo, la física es básica para comprender cuanto nos rodea.

“Personalmente creo que la física juega un papel constructivo en el desarrollo de la personalidad y la sociedad. Especialmente, en el actual período del desarrollo científico y tecnológico, los conocimientos de física son muy útiles para mejorar la vida cotidiana. Incluso ayuda en ser autosuficiente, en la seguridad

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

humana y en el ahorro económico. Algunos de los asuntos como la seguridad vial, la energía y la conservación del combustible, el uso y el mantenimiento de aparatos y otras cosas relacionadas con los mismos” (Masood, 2013, p. 4)

La física tiene aplicación para comprender mejor la naturaleza, los automóviles, los móviles, los ordenadores, los televisores, los electrodomésticos como el frigorífico, la lavadora, la batidora eléctrica, el microondas... Pese a estar rodeados de la física y emplearla con frecuencia se actúa de forma mecánica sin pararnos a pensar. Los estudiantes no suelen usar los conocimientos científicos ante las situaciones diarias (Sampson y Clark, 2009). Una posible causa podría ser que los profesores han sido incapaces de transmitir los conceptos científicos y la necesidad de los mismos para comprender cuanto rodea a los estudiantes.

“Deberíamos empezar este análisis convencidos de que la física es un tema muy interesante. La física es una de las más importantes carreras universitarias y está incluida en los estudios especializados de ingeniería y tecnología.” (Masood, 2013, p. 3)

Ante las carencias de motivación de los estudiantes por continuar sus estudios y su desinterés por iniciarlos y los bajos resultados académicos de los pocos estudiantes que los inician, los profesores y las autoridades universitarias se han preguntado si existe alguna relación con las limitaciones y deficiencias de la enseñanza que se ofrece a los estudiantes (Chrobak, 1996; Ferreyra y González, 2000; Estense, 1987; Monk, 1994; Muñoz-Chapuli, 1995). Con la ayuda del profesor, los estudiantes podrían desarrollar los conceptos científicos apropiados (Lehrer, Carpenter, Schauble y Putz, 2000; Metz, 1995).

1.3. Falta de formación

Se espera que los profesores sean capaces de enseñar, por lo que deberían estar preparados para ello y para conseguirlo necesitan recibir una formación adecuada (Porlán y Martín del Pozo, 1996). Se considera como formación adecuada aquella capaz de formar a buenos profesores. Un buen profesor es capaz de enseñar a los estudiantes. Para enseñar de forma eficaz se ha de conocer la materia y la mejor manera de transmitir los conocimientos. En el 2009, Ellis analizó las

La situación de la enseñanza de la ciencia

relaciones entre las variaciones cualitativas mostradas por los estudiantes y las diferentes formas de enseñar de sus profesores y concluyó que la forma de enseñar del profesor interviene en el aprendizaje de los estudiantes. Por tanto, la formación del profesor está directamente relacionada con el aprendizaje de los estudiantes. Con otras palabras, el alcance de los estudiantes está conectado con los modelos de enseñanza de sus profesores (Armour–Thomas, Clay, Domanico, Bruno y Allen, 1989).

Intrínseco a la formación de los profesores se encuentran a) las concepciones del aprendizaje; b) los programas didácticos y c) los currículos de formación. Al mejorar uno de estos aspectos se mejorará la formación de los profesores. Examinaremos cada uno de los aspectos anteriores en los siguientes apartados.

a) Concepciones del aprendizaje

Durante décadas se ha trabajado para determinar cómo mejorar la preparación de los futuros profesores. La formación recibida por estos estudiantes a profesores y el contexto curricular de su práctica dan lugar a las teorías implícitas, las cuales permiten interpretar la realidad educativa (Baena, 2000). Las teorías implícitas acerca del profesor están en su pensamiento y la muestra en su práctica, a causa de la existencia de un vínculo entre el pensamiento y la acción. Por tanto, es importante conocer las concepciones teóricas de los profesores a través de un constructo que aglutine tanto su saber teórico como experiencial.

El saber experiencial está relacionado con las experiencias del profesor, es decir, con las situaciones que ha experimentado al recibir clases y al dar clases. En esta línea, Nelson (2009) y Schön (1987) argumentan que los profesores construyen el conocimiento centrando la atención en sus propias prácticas, al examinar lo que trabajan en la clase. Examinar cómo se realiza el trabajo es una buena costumbre que algunos profesores hacen de forma consciente. De forma inconsciente todos los profesores retienen las experiencias relacionadas con lo acontecido en la clase. En las clases se dan situaciones tan ricas de contenido que difícilmente pueden estudiarse con detalle sin grabarlas. Según Hodkinson y Hodkinson (2005) y Meirink, Meijer, Verloop y Bergen (2009), una combinación de la construcción y la participación del aprendizaje del profesor debe

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

ayudar al conocimiento y a la mejora del aprendizaje del profesor. El profesor resulta el primer beneficiado de la grabación de sus clases.

Por otro lado, Schwarz (2009) ha centrado el aprendizaje del profesor en el conocimiento profesional, las prácticas y las herramientas (Hammerness, Darling–Hammond y Bransford, 2005; Shulman, 1987). Unas herramientas son las tareas (Remillard, 2005), las cuales podrían modelarse con los materiales curriculares (Brown y Clement, 1989) para ayudar a los profesores en formación a ejercer su profesión, desarrollando el conocimiento y las prácticas (Schwarz, 2009). Es importante usar recursos favoreciendo el desarrollo profesional de los profesores por la construcción del conocimiento profesional, que facilita la adquisición de competencias profesionales donde la colaboración, la reflexión, el conocimiento y las cuestiones se consideran componentes básicas (Newell, 1996). Concretamente, los expertos del trabajo de Bronkhorst, Meijer, Koster y Vermunt, (2011) afirmaron de manera expresa que ofrecieron a los estudiantes y a profesores los conocimientos generales sobre el aprendizaje del profesor, las fases en el desarrollo profesional y los desafíos diarios de la enseñanza para los estudiantes de pedagogía conscientes de lo que abarca aprender a enseñar.

b) Los programas didácticos

Existen programas que han introducido los aspectos teóricos en la experiencia del desarrollo profesional. El estudio de Blanchard, Southerland y Granger (2009) sugiere que tales inclusiones prometen grandes beneficios (Marx, Blumenfeld, Krajcik, Fishman, Soloway, Geier y Tai, 2004; Roehrig y Luft, 2004). La palabra “beneficios” en el ámbito de la enseñanza se refiere a los conocimientos, destrezas, habilidades y actitudes adquiridas por los estudiantes. Estos beneficios dependerán del tipo de estudiantes y de la formación de los profesores. Un profesor ante los estudiantes es comparable a un agricultor ante un terreno. Un terreno fértil produce beneficios con un esfuerzo mínimo, como por ejemplo sembrar. Un terreno pedregoso necesita un mayor esfuerzo si se espera que produzca algo. En primer lugar hay que quitar las piedras que pueden compararse a los prejuicios que tenga cada individuo. Para destruir esos posibles prejuicios o ideas previas nada realistas hay que identificarlos. Toda esta labor previa está ampliamente estudiada.

La situación de la enseñanza de la ciencia

Existen programas para el estudio, el desarrollo y la práctica de la educación (Zeichner, 2005), como por ejemplo el programa didáctico de Cochran–Smith. En dicho programa, se encuentran los caminos del funcionamiento de la enseñanza profesional, la valoración y la comprensión del funcionamiento con respecto a la habilidad, las muestras del trabajo del profesor, el preguntar y el mirar a través de las construcciones del funcionamiento. Si los profesores siguen los caminos del funcionamiento del programa didáctico de Cochran–Smith, sus esfuerzos en el campo educativo alcanzarán los resultados pretendidos.

Los programas didácticos aportan una gran ayuda a los profesores, pero no deberían estancarse, todo lo contrario, deberían actualizarse. De acuerdo con Bernardino (2002), Cochran–Smith (2001), García, Pro y Saura (1995), Pro (1999) y Sánchez, Pro y Valcárcel (1997) los programas didácticos del trabajo experimental deberían mejorar, porque deberían estar preparados para el siglo veintiuno (Bybee y Fuchs, 2006). Los investigadores más preparados podrán ayudar más y de forma más adecuada a los profesores. La calidad de los profesores mejorará con aquellos programas que concedan a los profesores adquirir y mejorar habilidades profesionales tales como el conocimiento pedagógico y el conocimiento de la materia (Fishman, Marx, Best y Tai, 2003; Mizell, 2003).

c) Los currículos de formación

Para Andrés (2000), los profesores podrían enseñar con éxito si se revisaran los actuales currículos de formación de los estudiantes a profesores. En estos currículos de formación deberían aparecer situaciones interesantes para los estudiantes y de esta forma captar la atención de los mismos y provocar la activación cognoscitiva necesaria para su aprendizaje, pasando del interés del estudiante a la implicación de éste en lo que aprende (Hernández, 2004). Los estudiantes se implican en su trabajo de aprender. Algunos estudiantes se implican más y otros menos en esa tarea y el profesor puede animarlos o desanimarlos. Si en los currículos de formación de los futuros profesores aparece esta idea de animar a los estudiantes a implicarse en su trabajo por aprender, tal vez como resultado se obtendría que los estudiantes realizarían su trabajo de tal forma que retendrían mejor cuanto aprenden.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

La formación del profesor se inicia con las concepciones del profesor, las cuales han sido trabajadas por algunos investigadores como Ballenilla (1992), Freire y Choraó (1992), Hacker (1984), Mellado (1998), Porlán, Rivero y Martín del Pozo (1998). Según Bullough (1992) y Eisenhart, Cuthbert, Shrum y Harding (1988). Para ciertos profesores, la adaptación del currículo no es considerada como una parte de su profesión. Algunos profesores pueden pensar que una vez lograda la licenciatura no han de continuar estudiando. Esta idea es errónea y en el currículo de cada profesor puede comprobarse si el profesor en cuestión sigue realizando cursos para mejorar su profesión o si pone en práctica su enseñanza o si investiga con un grupo de expertos o cualquier otra influencia que pueda mostrar su interés por mejorar como profesor.

“Vygotsky (1978) sugirió que al trabajar con otros, los estudiantes pueden trabajar dentro de una zona de desarrollo próximo [ZPD], en la cual, la competencia de los estudiantes es mayor que cuando trabajan solos. Vygotsky identificó tres zonas: lo que el estudiante puede hacer por su cuenta, lo que puede hacer con ayuda y lo que no puede hacer ni siquiera con ayuda. Idealmente, por trabajar dentro de la zona de desarrollo próximo, el aprendizaje interioriza los conocimientos y las prácticas y aumenta sus competencias.” (Podolefsky et al., 2013, p. 3)

El estudiante a profesor establece su propia ZPD. Vygotsky (1978) define la ZPD como la distancia entre el nivel actual del desarrollo y el nivel del desarrollo del potencial. El nivel actual del desarrollo queda determinado por la capacidad para resolver un problema y el nivel del desarrollo del potencial queda determinado a través de la resolución de un problema con la colaboración de otra persona con más capacidad. Por tanto, la ZPD de un estudiante disminuirá al minimizarse la necesidad de intervención del profesor ante los problemas de las clases. Al disminuir la necesidad de intervención, el estudiante se convierte en experto. Como profesores expertos se consideran a los profesores capaces de dar justificaciones. Por otro lado, los profesores aprendices son los profesores que no pueden justificarse (Weinstein, 1993). Por tanto, los profesores aprendices poseen menos conocimientos que los profesores expertos, lo cual indica que la ZPD de los profesores expertos es menor que la ZPD de los profesores aprendices.

La situación de la enseñanza de la ciencia

Según Chi, Glaser y Farr (1988), las diferencias entre los profesores expertos y los profesores aprendices han quedado demostradas en la literatura didáctica, mientras que para Roth y Middleton (2006) aún faltan demostraciones y lo muestran con el análisis de sus investigaciones donde no está predeterminado el contorno de los profesores expertos y el contorno de los profesores aprendices. El contorno de unos y otros no es fácil de determinar. El problema más bien radica en considerarse un experto y pensar que no se necesita mejorar. Mientras el profesor se considere aprendiz mantendrá su interés por saber más. Buscará las mejores técnicas de transmisión de los conocimientos, las anécdotas que motiven a los estudiantes a estudiar más, en otras palabras, el profesor trabajará por el bien de los estudiantes, lo cual repercutirá en el bien de la sociedad. La sociedad se beneficiará del trabajo de los profesores.

Ante las escasas investigaciones publicadas con respecto a las diferencias entre los profesores expertos y los profesores aprendices, es difícil decantarse a favor de Chi, Glaser y Farr (1988), para quienes dichas diferencias están demostradas. O a favor de Roth y Middleton (2006), para quienes los límites entre expertos y aprendices no están claros. Nuevos estudios de investigaciones didácticas deberían desarrollarse (Chamoso y Caceres, 2009). Con más estudios se podrían aclarar estos aspectos. Existen algunos intentos. Como ejemplo de efectividad en un laboratorio de física, está la investigación de Hsu y Roth (2009). Hsu y Roth encontraron que los profesores aprendices exploran y crean oportunidades para guiar y ayudar a los profesores expertos en la enseñanza del conocimiento científico en el laboratorio.

Partiendo del estudiante como aprendiz se equilibraría la formación disciplinar del investigador en el ámbito de la didáctica de las ciencias (Marin, Solano y Jimenez 1999). Se han puesto en marcha reformas educativas, como por ejemplo la reforma del currículum de ciencias, para impedir que los niveles de los estudiantes de todo el mundo sigan bajando (Aikenhead, 2005; Bulte, Westbroek, de Jong y Pilot, 2006; Hofmann y Demuth, 2007; Mikelskis-Seifert y Duit, 2007; Millar, 2007; Roehrig, Kruse y Kern, 2007; Tytler, 2007). Según los resultados expuestos en el primer capítulo, los niveles de los estudiantes están bajando en vez de ir subiendo. La sociedad parece ir retrocediendo en vez de ir avanzando en cuanto a los resultados de los conocimientos científicos. Habría que detener esa

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

línea de retroceso por el bien común. Para ello sería conveniente percatarse del problema y esforzarse por invertirlo, es decir, mejorar los niveles de los estudiantes.

1.4. El Desarrollo profesional

Entre las redes públicas relacionadas con la educación se encuentra la siguiente afirmación: los profesores que dejan la profesión suelen quejarse de que su desarrollo profesional no era efectivo (Public Education Network, 2002). El desarrollo profesional abarca gran cantidad de aspectos y habría que entrevistar a cada uno de esos profesores para determinar exactamente a qué se referían. McHargue (1994) encontró que los profesores aprenden mejor de otros profesores. Sin embargo, para Moore (1994) la realidad es que los profesores trabajan aisladamente y la mayoría suelen resolver los problemas de las clases sin el beneficio de la experiencia de otros profesores. Incluso construyen su propio estilo de enseñanza independientemente de otros profesores, según Mitchell, Reilly y Logue (2009).

Algunos profesores se quejan de sentirse solos. Es extraño que en el lugar donde ejerzan su profesión no haya otros profesores. Más bien parece tratarse de un sentimiento por no coincidir con las mismas ideas que sus compañeros de trabajo.

Con respecto al modelo del desarrollo profesional, los estudios del NRC (1996) recomiendan un desplazamiento del modelo deficiente, que asume el que los profesores están limitados en sus habilidades para autovalorar lo que necesitan para enseñar, al modelo estándar del desarrollo profesional, el cual reconoce a los profesores de ciencia como profesionales responsables de su propio desarrollo profesional (Schuster y Carlsen, 2009). Cada uno es responsable de uno mismo. Profesores y estudiantes son responsables de su nivel de conocimientos. La sociedad donde se hallan puede influirles positiva o negativamente. Por tanto, de cierto modo, todos somos responsables de la formación propia y de quienes nos rodean.

Un componente del desarrollo profesional del profesor es su conocimiento (Hiebert, Gallimore y Stigler 2002). Cochran–Smith y Lytle (1999) distinguieron dos imágenes del conocimiento del

La situación de la enseñanza de la ciencia

profesor: el conocimiento en la práctica y el conocimiento de la práctica. Estas concepciones del conocimiento del profesor van más allá de la noción del conocimiento profesional como un conjunto de generalizaciones teóricas desarrolladas a través de la investigación empírica de otros y transmitidas a los profesores (Hiebert, Gallimore y Stigler, 2002). En las anteriores generalizaciones teóricas del conocimiento, los profesores contribuyen poco al conocimiento profesional base y su conocimiento se evalúa tácitamente (Carter, 1990; Elbaz, 1991; Hargreaves, 1996). El conocimiento tácito está presente en el profesor sin que él lo sepa. Sin embargo, podrá tomar conciencia de su conocimiento tácito examinando su forma de actuar.

Joyce y Showers (1988) demostraron en su estudio la importancia de la teoría después de la práctica. Posteriormente, se centraron en el desarrollo de las habilidades de los profesores para mejorar su práctica. La práctica del estudio de Joyce y Showers (1988) se combinó con un programa de desarrollo profesional. A lo largo de un año se ofrecieron talleres subvencionados por el Colegio Real de Londres. Los datos de la práctica de los profesores fueron recogidos después del encuentro inicial y al final del primer año. Los encuentros se desarrollaron con las bases teóricas y según las necesidades de los profesores a lo largo del año. Los contenidos de los talleres no fueron predeterminados al principio, porque un objetivo de la investigación era explorar los caminos orientados por el desarrollo. El propósito consistía en facilitar el desarrollo de los profesores fomentándolos a diseñar sus propias actividades (Ogborn, 2002). Por ejemplo, en uno de los talleres se observó un cambio inicial en la práctica de algunos grupos de profesores.

Durante los talleres, los profesores expresaron ansiedad por presentar teorías alternativas para los estudiantes. Al final de los talleres, los profesores de ciencia se adaptaron, desarrollaron sus prácticas y reconocieron que el darle a los estudiantes la oportunidad de reflexionar, discutir y argumentar sus explicaciones teóricas (exitosas o no) benefició el encuentro de los estudiantes con las ideas científicas (Simon, Erduran y Osborne, 2006). Si los profesores quieren mejorar el aprendizaje de los estudiantes exitosamente y quieren resolver los problemas de las clases, entonces, los profesores deben investigar y determinar los cambios instruccionales y estructurales necesarios para alcanzar las metas (Gennaoui y

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Kretschmer, 1996). Los profesores deben formarse con disposiciones para lograr mejorar.

En este sentido, Loucks–Horsley, Love, Stiles, Mundry y Hewson (2003) aportaron que el desarrollo profesional en ciencias debería reflejar la naturaleza de las disciplinas, por lo que los profesores podrían crear experiencias con sus estudiantes en las aulas, el medio donde se hace y aprende ciencia. Los profesores con mejor desarrollo profesional y mejor comprensión de las características del trabajo científico son más propicios para motivar a los estudiantes en el desafío de los problemas y de la investigación científica (Schuster y Carlsen, 2009).

El papel del científico en el desarrollo profesional de los profesores de ciencia ha cambiado en los pasados cien años. Aplicar las lecciones de las clases como una investigación continua es aconsejable para los profesores (NRC, 2000). La enseñanza de la ciencia orientada en la investigación debería promover que los estudiantes conecten las prácticas científicas con el contenido de la ciencia (NRC, 2007). Además, los profesores deberían aprender a disfrutar de la ciencia, a pesar de sus propias experiencias escolares (Anderson Smith y Peasley, 2000; Bryan y Abell, 1999; Trumbull, 1999). Las experiencias como estudiantes influyen en la práctica de los profesores. Si esas experiencias fueron negativas ofrecerán una enseñanza negativa y si las experiencias fueron positivas, entonces la práctica de los profesores será positiva. Según esto, los resultados obtenidos por los estudiantes en la década del siglo veintiuno provienen de las experiencias que como estudiantes tuvieron los actuales profesores durante el pasado siglo veinte.

Cambiar la práctica de los actuales profesores es una tarea ardua. Sería más asequible aportar nuevas experiencias positivas. Con un desarrollo profesional se lograrían dichas experiencias. El desarrollo profesional tiene como objetivo profundizar y ampliar la competencia profesional, que también incluye la motivación de los profesores al lado de sus conocimientos, creencias y habilidades de autorregulación (Baumert y Kunter, 2006; Richter, Kunter, Klusmann, Lüdtke y Baumert, 2011; Retelsdorf y Günther, 2011).

El primer paso en el diseño de los programas de desarrollo profesional sería identificar las áreas que se necesitan mejorar (Duran y Burgoon, 2009). Guskey (1986, 2002), Sykes (1996), Yamagata–

La situación de la enseñanza de la ciencia

Lynch y Haudenschild (2009), estudiaron programas de desarrollo profesional incapaces de facilitar el cambio de los profesores. Los profesores que no cambian son incapaces de adaptarse a las situaciones novedosas. La sociedad cambia y aquel que no cambia con ella se queda atrás. No se trata de cambiar como persona ni cambiar cuanto de bueno existe. El cambio al que se hace referencia es aquel que impide el aprendizaje, el mejorar, el adaptarse a los nuevos estudiantes, sus nuevos intereses, sus nuevos problemas, sus nuevas motivaciones, que a veces son las mismas desde otros puntos de vista. Para que los profesores no se queden atrasados tienen que seguir avanzando. Aquel que se conforma con unos estudios iniciales, como por ejemplo el título de licenciado, será incapaz de adaptarse a las nuevas situaciones que se le planteen en las clases.

Los programas de desarrollo profesional deberían tener como objetivo incrementar el conocimiento de la materia y las habilidades investigativas de los profesores (Lotter, 2006; Marx et al., 2004; Supovitz, Mayer y Kahle, 2000). Estos programas son necesarios para aumentar las capacidades de los profesores en el uso de los métodos de la enseñanza investigativa (Duran y Burgoon, 2009). Por ejemplo, todos los profesores del trabajo de Mbuva, Czech y Oriaro (2009) indicaron que las habilidades de comunicación más útiles fueron las conversaciones con sus colegas, después de comenzar a valorar su enseñanza. Los investigadores del trabajo de Mbuva Czech y Oriaro (2009), que trabajaron con los profesores durante una semana, proveyeron de viajes de campo a los estudiantes de las clases y encontraron a los profesores altamente efectivos.

Los investigadores que analizaron los programas presentados por Ingersoll y Kralik (2004), y Pirkle y Peterson (2009) añaden que la retención de los profesores indica que los profesores responden mejor a los sistemas de apoyo pedagógico, que incluyen una variedad de oportunidades como la educación continua. Para que el futuro de los programas de desarrollo profesional sea exitoso, los investigadores y los profesores deberían atender a los factores que afectan a los programas didácticos en los niveles institucionales e individuales. Newmann, King y Young (2000), Yamagata-Lynch y Haudenschild (2009) identificaron estos factores: el conocimiento del profesor, sus habilidades, sus disposiciones, la comunidad escolar, la naturaleza del programa y los recursos disponibles. Entre estos factores de los programas didácticos destacan las disposiciones del profesor. Enseñar

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

debe ser la disposición principal de cualquier profesor. La forma de enseñar del profesor dependerá de sus conocimientos, habilidades y disposiciones, además de los factores anteriormente mencionados.

a) Actividades de desarrollo profesional

Borko (2004), Duschl, Schweingruber y Shouse, (2007), Loucks–Horsley, Hewson, Love y Stiles (1998) y Loucks – Horsley, Love, Stiles, Mundry y Hewson (2003) indicaron que el desarrollo profesional del profesor de ciencia tenía que incluir la importancia de los programas desarrollados e incorporar la investigación sobre el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia para facilitar la colaboración entre los científicos, los profesores y los administradores cuando diseñan los programas. En el diseño de otros programas, también se tiene que valorar la situación del aprendizaje del profesor en la práctica de la clase y la forma de ayudar a los profesores a desarrollar un conocimiento rico y flexible de las materias que enseñan. Se encuentran pocas evidencias empíricas que apoyan las ideas anteriores (Banilower, Heck y Weiss, 2007) Una evidencia podría ser la procedente de los estudiantes del estudio de Schuster y Carlsen (2009), quienes demostraron estar de acuerdo con el desarrollo profesional.

Algunos de los profesores que participaron en las actividades del desarrollo profesional de la investigación de Yamagata–Lynch (2003) prefirieron las actividades que les proporcionaron rápidas intervenciones instruccionales a las actividades que requerían cambiar algo de su enseñanza (Yamagata – Lynch y Haudenschild, 2009). Algo similar sucedió con los profesores de la investigación de Supovitz y Turner (2000). Davis y Smithey (2009) esperan que los formadores de los profesores de ciencia logren alcanzar resultados en la educación del profesor de ciencia mediante la investigación de la práctica, con lo cual, los profesores lograrían mejorar y alcanzar los fines determinados por la sociedad. A pesar del hecho de que los educadores, los políticos y los investigadores están siendo conscientes de la importancia del desarrollo profesional, las prácticas no suelen estar dirigidas adecuadamente a las necesidades del profesor (Borko, 2004).

Para Davis y Smithey (2009) y Feiman–Nemser (2001), la educación del profesor no es lo último sino un paso más a lo largo de la enseñanza. La investigación llega a ser una herramienta para que

La situación de la enseñanza de la ciencia

los profesores en formación puedan usar la información continuamente y mejorar la práctica (Sternberg, 1998), sin que ningún profesor en formación olvide la enseñanza (Mitchell, Reilly y Logue, 2009). La enseñanza es el campo de trabajo del profesor y para actuar como un buen profesional se ha de formar inicialmente y continuar la formación pese al tiempo, con otras palabras, el profesor debería preocuparse por recibir una formación continua.

Según Yamagata-Lynch y Haudenschild (2009), los profesores perciben que sus motivaciones y metas para participar en el desarrollo profesional no están alineadas en sus escuelas ni en sus universidades. Los resultados de la investigación de Bronkhorst, Meijer, Koster y Vermunt, (2011) indican que las pedagogías de uso común en programas de formación del profesor también influyen en la naturaleza del aprendizaje llegando a poder, o impedir, el significado y el aprendizaje orientado a la práctica.

Las comunidades del aprendizaje profesional destacan como una forma del desarrollo profesional del profesor, por lo que es importante entender el trabajo de las comunidades del aprendizaje profesional y su impacto en el aprendizaje del profesor (Nelson, 2009). Las perspectivas teóricas de las comunidades de práctica, la identidad de los profesores y la ética del cuidado fueron las bases del estudio de Flint, Zisook y Fisher (2011). En este estudio, la comunidad de aprendizaje se convirtió en un lugar donde los estudiantes contribuyeron al proceso de aprendizaje. Como anteriormente se ha comentado, los estudiantes son responsables de su aprendizaje, aunque no son los únicos responsables. Los profesores, los padres, los compañeros, los medios de comunicación son algunos de los factores que influyen en el aprendizaje de los estudiantes.

La sociedad establece los niveles académicos que determinan el alcance de los estudiantes. Para alcanzar estos niveles se requiere que los profesores estén cualificados (Schroeder, Scott, Tolson, Huang y Lee, 2007). El profesor cualificado es aquel que conoce la materia y la forma más adecuada de transmitirla. El buen profesor es un profesor cualificado y por tanto, conoce la materia y la mejor forma de enseñarla. Un profesor bueno es capaz de distinguir las diferentes situaciones de las clases (Clarke y Hollingsworth, 2002; Ferry, 1983) y sabe cómo actuar ante esas situaciones. Estos conocimientos son los

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

esperados por la sociedad y deberían transmitirse en las entidades educativas como son las escuelas, los institutos y las universidades.

1.5. El modelo del profesor

Los resultados de las organizaciones que aparecen en el capítulo anterior muestran la existencia de problemas en la enseñanza. La tesis de Ferreyra y Gonzalez (2000) se apoya en la idea de Lopérgolo, López y Utges (1987), los problemas mostrados por los estudiantes podrían deberse a las carencias y las deficiencias de los modelos utilizados por los profesores. El modelo de enseñanza que los estudiantes a profesores necesitan aprender debe ser un modelo tal que funcione, es decir, que sea efectivo. Se supone que si los profesores conocieran y llevarán a la práctica dicho modelo de enseñanza, los resultados obtenidos serían diferentes. Los estudiantes adquirirían los conocimientos esperados por la sociedad.

La enseñanza de la ciencia no es lo mismo que la ciencia. La ciencia se diferencia de la enseñanza de la ciencia en que la ciencia es una actividad realizada para adquirir un conjunto de conocimientos; mientras que la enseñanza de la ciencia ayuda a los estudiantes a desarrollar los conceptos científicos (Artigas, 1992; AAAS, 1993; National Research Council, 1996, 2007). No todos los estudiantes serán científicos, pero durante el período de aprendizaje de los conceptos científicos básicos para la ciencia, los estudiantes necesitan de buenos profesionales, capaces de transmitir los conocimientos mínimos y esenciales para un eficaz desarrollo intelectual. La Fundación Nacional de Ciencias [NSF] se ha esforzado en promover la investigación de los profesores, que experimentan con la ciencia, y en apoyar el uso de la ciencia en el mundo real. De esta forma, los profesores comunicarán mejor los conceptos y los valores de la ciencia a sus estudiantes.

2. Modelos de enseñanza

En la literatura se encuentran varios modelos de enseñanza. Por orden cronológico, y entre los más importantes, aparecen: Yus (1993), Martín del Pozo (1994), Rivero (1996), Fernández y Elortegui (1996), Ballenilla (2003) y Solís (2005).

2.1. Modelos de Yus (1993)

La situación de la enseñanza de la ciencia

Yus (1993) propone los tres modelos siguientes: transmisivo, implicativo y autónomo. El profesor transmisivo basa las actividades en la transmisión de información, que abarcan los tradicionales cursillos temáticos, de comunicación vertical. El profesor implicativo emplea las actividades que comienzan a introducir en su diseño la reflexión del profesor sobre su práctica, exigiendo la puesta en escena de las innovaciones adquiridas y su evaluación, por lo que cuenta con fases no presenciales de actuación en la clase. El profesor autónomo subraya la autoformación, sea por iniciativa o bien recogiendo la iniciativa tradicional de grupos de trabajo. La característica de este modelo es la realización del perfeccionamiento desde una dinámica no dirigida por elementos externos procedentes de instituciones, si bien en su desarrollo, normalmente seguido por éstas, caben momentos de asesoramiento y/o apoyo, en los que pueden reproducirse algunos de los otros modelos. En la tabla 2-1 se exponen los modelos de Yus.

MODELO DE YUS	TRANSMISIVO	IMPLICATIVO	AUTÓNOMO
Actividades	Basadas en la transmisión de información, que abarcan los tradicionales cursillos temáticos, de comunicación vertical.	Comienzan a introducir en su diseño la reflexión del profesor sobre su práctica, exigiendo la puesta en escena de las innovaciones adquiridas y su evaluación, por lo que cuenta con fases no presenciales de actuación en el aula.	Subrayan la autoformación, sea por iniciativa o bien recogiendo la iniciativa tradicional grupos de trabajo. La característica de este modelo es la realización del perfeccionamiento desde una dinámica no dirigida por elementos externos procedentes de instituciones, si bien en su desarrollo, normalmente seguido por éstas, caben momentos de asesoramiento y/o apoyo, en los que pueden reproducirse algunos de los otros modelos.

Tabla 2-1. Modelos de Yus (1993)

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

2.2. Modelos de Martín del Pozo (1994)

Los modelos expuestos por Martín del Pozo (1994) se fijan en otras características diferentes a las actividades, característica del modelo de Yus (1993). El modelo tradicional funciona a imagen y semejanza de la enseñanza tradicional. El modelo científico-técnico se relaciona con una cierta manera de entender la didáctica de las ciencias. Se supone que una forma distinta de entender la didáctica de las ciencias diferente a la forma de entenderla el modelo anterior, el tradicional. Por último, Martín del Pozo (1994) añade un tercer modelo centrado en la investigación y el desarrollo profesional, que busca la coherencia entre el modelo de formación que se practica y el modelo ideal de enseñanza que se propone en la literatura. En la tabla 2-2 se separan los tres modelos de enseñanza propuestos por Martín del Pozo (1994).

TRADICIONAL	Funciona a imagen y semejanza de la enseñanza tradicional.
CIENTÍFICO – TÉCNICO	Se relaciona con una cierta manera de entender la Didáctica de las Ciencias.
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PROFESIONAL	Busca la coherencia entre el modelo de formación que se practica y el modelo ideal de enseñanza que se propone.

Tabla 2–2. Los modelos de Martín del Pozo (1994)

2.3. Modelos de Rivero (1996)

Basándose en los estudios previos realizados en el marco del proyecto Grupo de Investigación en la escuela (IRES, 1991), en 1996 Rivero presenta un minucioso trabajo, en el cual sintetiza los modelos didácticos en: tradicional, tecnológico, espontaneísta e investigativo. Las categorías que considera para distinguirlos son: las ideas de los alumnos, el conocimiento escolar, la metodología y los recursos, entre otras.

El profesor tradicional no considera la motivación de los estudiantes ni fomenta el contraste entre los iguales. De manera

La situación de la enseñanza de la ciencia

puntual y anecdótica considera las ideas de los estudiantes, los cuales no planifican su trabajo. El profesor tecnológico realiza actividades iniciales de motivación para explorar los aprendizajes previos de los estudiantes y poder detectar los bloqueos. Y dirige el contraste entre los iguales. El profesor espontaneísta considera continuamente la motivación y de manera puntual y anecdótica las ideas de los estudiantes, los cuales son muy protagonistas, pero planifican poco. Fomenta el contraste entre los iguales. El profesor investigativo considera continuamente la motivación, las ideas de los estudiantes y las actividades específicas de ampliación de su campo de intereses. Utiliza las ideas para guiar la intervención y para que los estudiantes controlen su aprendizaje.

Con respecto al conocimiento escolar, según Rivero (1996), el profesor tradicional pone a la ciencia como el único referente en la determinación del conocimiento escolar, realiza una programación basada en el libro de texto, predominando lo conceptual, y el nivel de formulación está prefijado y es terminal. La organización que presenta es acumulativa y lineal.

El profesor tecnológico pone a la ciencia como el referente al que hay que llegar, aunque considere las ideas de los estudiantes. Se inclina por una programación sistemática y cerrada, donde predomina lo conceptual y lo procedimental. El nivel de formulación está prefijado y es terminal. Crea una organización según la lógica formal de la ciencia.

El profesor espontaneísta presenta una programación poco sistemática y poco explícita, improvisando en el tratamiento de los contenidos y elevando los intereses de los estudiantes y de lo social en la determinación del conocimiento escolar. El nivel de formulación es procesual, aunque sin hipótesis de evolución y predomina lo actitudinal.

El profesor investigativo propone una programación integrada de todos los elementos curriculares, con armonización-integración de lo psicológico, social y científico en la determinación del conocimiento escolar y relevancia del conocimiento disciplinar con jerarquización, tramas y niveles de formulación de contenidos. Formula un nivel de formulación procesual con una hipótesis de posible evolución e integra lo conceptual, procedimental y actitudinal.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Según Rivero (1996), con respecto a la metodología y los recursos, el profesor tradicional explica el libro de texto, promociona el trabajo individual y la secuencia de actividades planeada es cerrada y lineal, con pocos recursos didácticos y dentro de una organización temporal muy rígida. El profesor tecnológico crea una investigación muy dirigida, reproduciendo las pautas del “método científico”, el trabajo individual y de grupo, con una secuencia cerrada y lineal de actividades, dentro de una organización temporal rígida y usando el laboratorio, el medio y otros recursos. En las tablas 2-3 y 2-4 se muestran el modelo tradicional y el tecnológico respectivamente.

CARACTERÍSTICAS	MODELO TRADICIONAL
IDEAS DE LOS ALUMNOS	No se considera la motivación. Consideración puntual y anecdótica de las ideas de los alumnos. No se fomenta el contraste entre iguales. Los alumnos no planifican su trabajo.
CONOCIMIENTO	Programación basada en el libro de texto. Ciencia como referente en la determinación del conocimiento escolar. Organización fragmentada acumulativa y lineal. Predominio de lo conceptual (conceptos de bajo poder estructurante). Nivel de formulación prefijado y terminal.
METODOLOGÍA Y RECURSOS	Explicación y uso del libro de texto (a veces actividades prácticas de aplicación). Trabajo individual. Secuencia cerrada y lineal de actividades. Organización temporal muy rígida. Pocos recursos didácticos (libro).

Tabla 2-3. El modelo tradicional según Rivero (1996)

CARACTERÍSTICAS	MODELO TECNOLÓGICO
IDEAS DE LOS ALUMNOS	Actividades iniciales de motivación. Exploración inicial de ideas para detectar “errores”. Interés de la detección para el profesor y no para el alumno. Contraste entre iguales muy dirigido.
CONOCIMIENTO	Programación sistemática y cerrada (objetivos operativos). Ciencia como referente aunque también se pueden considerar las ideas de los alumnos. Organización según lógica formal de la ciencia. Predominio de lo conceptual y procedimental. Nivel de formulación prefijado y Terminal.
METODOLOGÍA Y RECURSOS	Investigación muy dirigida, que reproduce pautas del “método científico”. Trabajo individual y de grupo. Secuencia cerrada y lineal de actividades. Organización temporal rígida. Uso de laboratorio, del medio y de otros recursos.

Tabla 2-4. El modelo tecnológico según Rivero (1996)

La situación de la enseñanza de la ciencia

CARACTERÍSTICAS	MODELO ESPONTANEÍSTA
IDEAS DE LOS ALUMNOS	Consideración continua de la motivación. Consideración puntual y anecdótica de las ideas de los alumnos. Si se fomenta el contraste entre iguales. Los alumnos son muy protagonistas pero planifican poco.
CONOCIMIENTO	Programación poco sistemática y poco explícita. Improvisación en el tratamiento de contenidos. Relevancia de los intereses del niño y de lo social en la determinación del conocimiento escolar. Predominio de lo actitudinal y procedimental. Nivel de formulación procesual pero sin hipótesis de evolución.
METODOLOGÍA Y RECURSOS	Manipulación del medio, juegos, etc., con reproducción de pautas del “método científico”. Trabajo de grupo. No hay hilo conductor de la secuencia de actividades. Organización temporal muy flexible. Diversidad de recursos didácticos.

Tabla 2-5. El modelo espontaneísta según Rivero (1996)

CARACTERÍSTICAS	MODELO ESPONTANEÍSTA
IDEAS DE LOS ALUMNOS	Consideración continua de la motivación y actividades específicas de ampliación de su campo de intereses. Consideración continua de las ideas de los alumnos. Utilización de las ideas para guiar la intervención del profesor y para que los propios alumnos controlen su aprendizaje.
CONOCIMIENTO	Programación integrada de todos los elementos curriculares. Armonización-integración de lo psicológico, social y científico en la determinación del conocimiento escolar. Relevancia del conocimiento metadisciplinar. Jerarquización, tramas y niveles de formulación de los contenidos. Integración de lo conceptual, procedimental y actitudinal (conceptos de alto poder estructurante). Nivel de formulación procesual con hipótesis de posible evolución.
METODOLOGÍA Y RECURSOS	Diversidad de actividades en un proceso de investigación abierto, que no pretende reproducir pautas del “método científico”. Trabajo individual y de grupo. Proceso cíclico e interactivo de tratamiento de problemas. Organización temporal flexible. Diversidad de recursos didácticos.

Tabla 2-6. El modelo investigativo según Rivero (1996)

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

El profesor espontaneísta manipula el medio, jugando, etc., el trabajo de grupo sin hilo conductor de la secuencia de actividades, dentro de una organización temporal muy flexible y con diversidad de recursos didácticos. El profesor investigativo cuenta con una diversidad de actividades, tanto individuales como de grupo, para un proceso de investigación escolar abierto sin pretender reproducir las pautas del “método científico”. Trata los problemas en procesos cíclicos e interactivos en una organización temporal-flexible y con diversidad de recursos didácticos. En las tablas 2-5 y 2-6 pueden leerse los comentarios de Rivero (1996) sobre el modelo espontaneísta y el investigativo respectivamente.

2.4. Modelos de Fernández y Elortegui (1996)

Los modelos de enseñanza señalados por Rivero (1996), son similares a los modelos de Fernández y Elortegui (1996). Estos últimos diferencian los modelos didácticos: transmisor receptor, tecnológico científicista, artesano humanista, descubrimiento investigativo y constructivista reflexivo.

Los objetivos del profesor transmisor receptor son impuestos por un escalón superior o por técnicos en el diseño curricular. Los objetivos del profesor tecnológico científicista vienen muy determinados y detallados en varios rangos por experto

CARACTERÍSTICAS	MODELO TRANSMISOR RECEPTOR
OBJETIVO	Impuestos por un escalón superior o por técnicos en diseño curricular
PROGRAMACIÓN	Basada en contenidos como objetivos cognitivos, reseñados en programas según la distribución lógica de la asignatura
METODOLOGÍA	Magistral, expositiva y demostrativa
ORGANIZACIÓN	Un solo grupo de estudiantes
COMUNICACIÓN	Exposición verbal y escrita. Clases magistrales del profesor
MEDIOS UTILIZADOS	Pizarra, vídeo
DOCUMENTACIÓN	Libro de texto y apuntes
ACTIVIDADES	Ejercicios de aplicación de teoría, resolución de ciertos “tipos”. Se suele carecer de parte experimental. Experiencias de apoyo al discurso, como ilustración y con carácter de aprendizaje técnico
EXPERIENCIAS	

Tabla 2-7. El modelo transmisor receptor según Fernández y Elortegui (1996)

La situación de la enseñanza de la ciencia

Para el profesor artesano humanista, los objetivos están implícitos y limitados por el contexto. No son controladores del quehacer. El profesor del descubrimiento investigativo marca los objetivos según los intereses de los estudiantes. Los objetivos del profesor constructivista reflexivo están basados en las ideas previas de los estudiantes. Los objetivos resultan del contrato discutido con los estudiantes y tienen como fin los procesos, habilidades, actitudes y conocimientos.

Los modelos anteriormente mencionados con respecto a la característica de los objetivos son los diferenciados por Fernández y Elortegui (1996). En la tabla 2-7 aparece el modelo transmisor receptor ante las diferentes características: objetivos, programación, metodología, organización, comunicación, medios utilizados, documentación y actividades o experiencias. Las mismas características para el modelo tecnológico científicista según Fernández y Elortegui (1996) se encuentran en la tabla 2-8. El modelo artesano humanista ante las mismas características se muestra en la tabla 2-9. En la tabla 2-10 se encuentran las características del modelo del descubrimiento investigativo. El último de los modelos propuestos por Fernández y Elortegui (1996) aparece en la tabla 2-11.

El profesor transmisor receptor basa la programación en contenidos como objetivos cognitivos, reseñados en programas según la distribución lógica de la asignatura. La programación del profesor tecnológico científicista se basa en objetivos específicos y terminales dirigidos a adquirir conocimientos y capacidades según la lógica y pautas de la disciplina.

El profesor artesano humanista basa la programación en la práctica rutinaria del profesor, sin explicitación de objetivos reales. La programación queda gobernada por los métodos del profesor y por los contenidos de la asignatura. La programación del profesor artesano es disciplinar tendente a interdisciplinar.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

CARACTERÍSTICAS	MODELO TECNOLÓGICO CIENTIFICISTA
OBJETIVO	Muy determinados y detallados en varios rangos por expertos
PROGRAMACIÓN	Basada en objetivos específicos y terminales dirigidos a adquirir conocimientos y capacidades según la lógica y pautas de la disciplina
METODOLOGÍA	Magistral, expositiva y socrática
ORGANIZACIÓN	Un solo grupo de estudiantes
COMUNICACIÓN	Variada (verbal, audiovisual, prensa escrita pero dirigida por el profesor, medios de comunicación, etc.). Predomina la lección magistral
MEDIOS UTILIZADOS	Fichas, ordenador, material específico de la disciplina, pizarra, vídeo
DOCUMENTACIÓN	Fichas o guías muy programadas para profesores y alumnos. Texto o apuntes adaptados
ACTIVIDADES EXPERIENCIAS	Resolución de ejercicios en aplicación de la teoría. Prácticas de laboratorio comprobatorias de algunas situaciones de la teoría. Prácticas estructuradas en guiones descriptivos pormenorizados

Tabla 2–8. El modelo tecnológico científicista según Fernández y Elortegui (1996)

La situación de la enseñanza de la ciencia

CARACTERÍSTICAS	MODELO ARTESANO HUMANISTA
OBJETIVO	Implícitos y limitados por el contexto. No son controladores del quehacer
PROGRAMACIÓN	Basada en la práctica rutinaria del docente, sin explicitación de objetivos reales. Gobernada por los métodos del docente y por los contenidos de la asignatura. Disciplinar tendente a interdisciplinar
METODOLOGÍA	Activa, socrática, magistral. Gobernada por los métodos del docente
ORGANIZACIÓN	Un grupo-clase, ocasionalmente en pequeños grupos
COMUNICACIÓN	Predominantemente interactiva y espontánea
MEDIOS UTILIZADOS	Flexibilidad y variedad, materiales de diverso origen adaptados a la línea de trabajo establecida
DOCUMENTACIÓN	Libros, apuntes, manuales y documentos diversificados aportados por el profesor y el alumno. Cuaderno del alumno como elemento de trabajo
ACTIVIDADES EXPERIENCIAS	Planteamiento de ejercicios y de problemas con resolución. Experiencias intercaladas a la explicación del profesor, dirigidas por él y con cierto toque empirista

Tabla 2-9. El modelo artesano humanista según Fernández y Elortegui (1996)

El profesor del descubrimiento investigativo basa la programación en pequeñas investigaciones de larga duración ofreciendo escasa atención a los contenidos y a la materia disciplinar. La programación basada en pequeñas investigaciones de larga duración, con escasa atención a los contenidos y a la materia disciplinar es propia del profesor constructivista reflexivo.

La metodología del profesor transmisor receptor según Fernández y Elortegui (1996) es magistral, expositiva y demostrativa.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

El profesor tecnológico científicista prefiere una metodología socrática, aunque mantenga los adjetivos de magistral y expositiva. La metodología del profesor artesano humanista es activa, socrática y magistral, además de encontrarse gobernada por los métodos del profesor.

El profesor del descubrimiento investigativo apuesta por una metodología individual o de pequeños grupos. Para el profesor constructivista reflexivo, la metodología está formada por la resolución de problemas de forma investigativa. Quedando una metodología activa por el descubrimiento guiado. El profesor constructivista reflexivo prioriza los procesos y atiende más al cómo que al por qué.

Fernández y Elortegui (1996) asume que la organización del profesor transmisor receptor es en un único grupo de estudiantes. De igual forma el profesor tecnológico científicista organiza los estudiantes El profesor artesano humanista también organiza a los estudiantes en un único grupo, pero no siempre, ocasionalmente los organiza en pequeños grupos.

El profesor del descubrimiento investigativo prefiere una organización individual o en pequeños grupos. La organización en grupos variables y pequeños formados de común acuerdo es la elegida por el profesor constructivista reflexivo.

CARACTERÍSTICAS	MODELO DESCUBRIMIENTO INVESTIGATIVO
OBJETIVO	Marcados por los intereses de los alumnos
PROGRAMACIÓN	Basada en pequeñas investigaciones de larga duración. Escasa atención a los contenidos y a la materia disciplinar
METODOLOGÍA	Individual o en pequeño grupo
ORGANIZACIÓN	Individual o en pequeño grupo
COMUNICACIÓN	Prioritaria la comunicación entre alumnos
MEDIOS UTILIZADOS	Material adaptado al trabajo de investigación
DOCUMENTACIÓN	Dotación documental genérica con libre acceso a ella de todos los alumnos
ACTIVIDADES EXPERIENCIAS	Actividades que sitúan al alumno en situación de rehacer los descubrimientos de la Ciencia y reconstruir el conocimiento, bajo la ayuda y el ánimo (pero sin la guía) del profesor

Tabla 2–10. El modelo del descubrimiento investigativo según Fernández y Elortegui (1996)

La situación de la enseñanza de la ciencia

La comunicación del profesor transmisor receptor consiste en una exposición verbal y escrita con clases magistrales del profesor. El profesor tecnológico científicista se decide por una comunicación variada (verbal, audiovisual, prensa escrita, pero dirigida por el profesor, medios de comunicación, etc.), con predominio de la lección magistral. La comunicación del profesor artesano humanista es predominantemente interactiva y espontánea. El profesor del descubrimiento investigativo prioriza la comunicación entre los estudiantes. El profesor constructivista reflexivo dirige la comunicación, aunque la modifica para interaccionar con los estudiantes, porque para este profesor, la relación entre los estudiantes tiene un papel importante.

Los medios utilizados por el profesor transmisor receptor son la pizarra y el vídeo, según Fernández y Elortegui (1996). El profesor tecnológico científicista emplea fichas, ordenadores y el material específico de la disciplina, además de la pizarra y el vídeo. El profesor artesano humanista emplea los medios de manera flexible y variable, incluyendo los materiales de diverso origen adaptados a la línea de trabajo establecida. El material adaptado al trabajo de investigación es el medio que el profesor del descubrimiento investigativo usa. El profesor constructivista reflexivo amplía los medios a los lugares con material flexible y de elección abierta.

La documentación del profesor transmisor receptor es el libro de texto y los apuntes. Las fichas o guías muy programadas para profesores y estudiantes, el texto o apuntes adaptados componen la documentación del profesor tecnológico científicista. El profesor artesano humanista tiene una documentación formada por libros, apuntes, manuales y documentos diversificados aportados por el profesor y el estudiante, siendo el cuaderno del estudiante un elemento de trabajo. La documentación del profesor del descubrimiento investigativo es genérica y de libre acceso por todos los estudiantes. El profesor constructivista reflexivo plantea problemas abiertos, incluso sin solución, actividades y experiencias encargadas y guiadas por el profesor, relacionadas con el tema de trabajo. Los estudiantes del profesor constructivista reflexivo eligen el diseño o lo hacen ellos mismos.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

CARACTERÍSTICAS	MODELO CONSTRUCTIVISTA REFLEXIVO
OBJETIVO	Basados en las ideas previas de los alumnos. Resultan de un contrato discutido con los alumnos y tienen como fin los procesos, habilidades, actitudes y conocimientos
PROGRAMACIÓN	Basada en una planificación negociable, utiliza una planificación curricular abierta como hipótesis de trabajo en construcción y contrastación permanente. Interdisciplinar tendente a integrada
METODOLOGÍA	Resolución de problemas por investigación. Activa por descubrimiento guiado. Prioridad a los procesos, se atiende más al cómo que al por qué
ORGANIZACIÓN	Grupos variables y pequeños formados de común acuerdo
COMUNICACIÓN	Dirigida por el profesor pero modificada por la interacción con los alumnos. La relación entre alumnos tiene un papel importante
MEDIOS UTILIZADOS	Lugares con material flexible y de elección abierta
DOCUMENTACIÓN	Biblioteca de aula / varios libros. Cuaderno o archivo personal del alumno
ACTIVIDADES EXPERIENCIAS	Planteamiento de problemas abiertos, incluso sin solución. Actividades y experiencias encargadas y guiadas por el profesor, relacionadas con el tema de trabajo. Los alumnos eligen el diseño o lo hacen ellos mismos

Tabla 2–11. El modelo constructivista reflexivo según Fernández y Elortegui (1996)

Para Fernández y Elortegui (1996), las actividades del profesor transmisor receptor se forman con los ejercicios de aplicación de

La situación de la enseñanza de la ciencia

teoría y de resolución de ciertos “tipos”. Suelen carecer de parte experimental. Las experiencias son de apoyo al discurso, como la ilustración y con carácter de aprendizaje técnico.

El profesor tecnológico científicista propone actividades de resolución de ejercicios en aplicación de la teoría. Las prácticas del laboratorio son comprobatorias de algunas situaciones de la teoría. Las prácticas están estructuradas en guiones descriptivos pormenorizados.

El planteamiento de ejercicios y de problemas con resolución forman las actividades del profesor artesano humanista, quien intercala experiencias a la explicación, dirigida por él y con cierto toque empirista.

Las actividades del profesor del descubrimiento investigativo sitúan al estudiante en rehacer los descubrimientos de la ciencia y en reconstruir el conocimiento, bajo la ayuda y el ánimo (pero sin la guía) del profesor.

El plantear problemas abiertos, incluso sin solución es típico del profesor constructivista reflexivo. Las actividades y experiencias están encargadas y guiadas por el profesor, además de estar relacionadas con el tema de trabajo. Los estudiantes del profesor constructivista reflexivo eligen el diseño o lo hacen ellos mismos.

2.5. Modelos de Ballenilla (2003)

Ballenilla (2003) enriquece el estudio de Rivero (1996), separando tres características nuevas: la organización del aula, el papel del profesor y de los estudiantes y el ambiente del aula. Todas las características respecto a cada modelo: tradicional, tecnológico, espontaneísta y alternativo se encuentran en las tablas 2-12, 2-13, 2-14 y 2-15 respectivamente.

El profesor tradicional organiza la clase uniformemente, generalmente en filas de uno, para facilitar el flujo de información unidireccional: profesor – estudiante. El profesor tecnológico organiza la clase uniformemente y favoreciendo, por parte del profesor, el control del trabajo individual y a veces en grupo. El profesor espontaneísta organiza la clase en grupos, según las afinidades de los estudiantes y crea una dinámica muy flexible, en función de los intereses y apetencias de los estudiantes. El profesor alternativo

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

organiza la clase de forma flexible, en función de la actividad a realizar y generalmente en grupos, para facilitar que se genere un conocimiento compartido y por lo tanto, un flujo de información entre los estudiantes y de éstos con el profesor.

Con respecto al papel del profesor y de los estudiantes, el profesor tradicional considera la conducta de los estudiantes, que no siguen la clase, como expresión de la tendencia a la indisciplina y la inadaptación escolar, sin relacionarlo con el autoritarismo del propio modelo y achaca a los estudiantes su desmotivación, sin estar dispuesto a hacer modificaciones y suele recurrir a los correctivos ajenos al aula.

CARACTERÍSTICAS	MODELO TRADICIONAL
IDEAS	Por adición simple, apropiación de la información aportada por el docente o por el libro. Las ideas de los estudiantes tienen un carácter anecdótico, sin ningún valor didáctico. Metáfora de la “pizarra en blanco”. Se desconocen métodos de exploración y expresión de las ideas de los estudiantes.
CONTENIDOS	<u>Para qué</u> : obsesión por enseñar las disciplinas. <u>Qué enseñar</u> : los contenidos como versión simplificada y enciclopédica del conocimiento disciplinar. <u>Tipos de contenidos</u> : centrados en aspectos conceptuales, que todos los estudiantes deben aprender. <u>Selección</u> : se atiende a criterios academicistas y se extraen fundamentalmente de los textos. Se organizan aditivamente.
ORGANIZACIÓN DEL AULA	Uniforme, generalmente en filas de uno para facilitar el flujo de información unidireccional: docente estudiante.
PAPEL DEL DOCENTE Y DE LOS ESTUDIANTES	Se considera la conducta de los estudiantes, que no siguen la clase, como expresión de la tendencia a la indisciplina y la inadaptación escolar, sin relación con el autoritarismo del propio modelo. Se achaca a los estudiantes su desmotivación, pero no se está dispuesto a hacer modificaciones substanciales con ese fin. Se recurre con facilidad a correctivos ajenos al aula.
AMBIENTE DE AULA	Es inconcebible la movilidad de los estudiantes en el aula. Es inconcebible que los estudiantes hablen en clase. Se controla el aula apoyándose sobre todo en la autoridad atribuida socialmente al rol del docente. También se atajan los problemas separando a los estudiantes, poniéndolos por orden de lista, ...

Tabla 2–12. El modelo tradicional según Ballenilla (2003)

La situación de la enseñanza de la ciencia

CARACTERÍSTICAS	MODELO TECNOLÓGICO
IDEAS	Por adición compleja, cuando se piensa que la copia literal no es posible, hay que someter los conocimientos a algún tipo de transformación didáctica. Se busca la comprensión de los contenidos para su correcta asimilación. Por construcción simple: aprendizaje constructivista por sustitución. Las ideas previas se consideran “errores a superar”.
CONTENIDOS	<p><u>Para qué:</u> obsesión por enseñar “bien” las disciplinas.</p> <p><u>Qué enseñar:</u> el principal referente es el conocimiento científico, fundamentalmente la lógica de la ciencia. Las ideas de los estudiantes como errores. Se pueden adaptar los contenidos al conocimiento cotidiano.</p> <p><u>Tipos de contenidos:</u> predominio de aspectos conceptuales, aunque se pueden tener en cuenta los procedimentales.</p> <p><u>Selección:</u> se atiende a la lógica interna de las disciplinas y se tiene en cuenta su transformación didáctica con el objetivo de sustituir las ideas de los estudiantes por la “verdad” científica. Se utilizan paquetes instruccionales.</p>
ORGANIZACIÓN DEL AULA	Uniforme y encaminada a favorecer controlar el trabajo individual y a veces en grupo, por parte del docente.
PAPEL DEL DOCENTE Y DE LOS ESTUDIANTES	Las secuencias de actividades cerradas y rígidas impuestas autoritariamente generan desmotivación y en consecuencia, conductas divergentes en los estudiantes, a pesar de que se realicen periódicamente actividades de refuerzo positivo. Ante la indisciplina y las conductas divergentes, también se recurre a correctivos ajenos al aula.
AMBIENTE DE AULA	Movilidad de los estudiantes muy restringida y controlada. Sólo en el caso de que el docente los tenga organizados en grupos, pueden hablar, pero sólo de la tarea. Control riguroso de la humorosidad. Además de la autoridad inherente al rol del docente, control del aula, ayudándose de determinadas técnicas (dinámica de grupos, sociogramas, etc). Tendencia a distinguir y tratar diferencialmente a “buenos” y “malos” estudiantes.

Tabla 2–13. El modelo tecnológico según Ballenilla (2003)

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

El profesor tecnológico impone secuencias de actividades cerradas y rígidas, generando desmotivación y conductas divergentes en los estudiantes. Recurre a los correctivos ajenos al aula cuando aparecen la indisciplina y las conductas divergentes. El profesor espontaneísta es el líder social y afectivo, coordinador de las actividades que van surgiendo en los debates, improvisa recursos, soluciona problemas y favorece la participación, la expresión y la comunicación de todos los estudiantes. Además, evita los correctivos. El profesor alternativo tiene en cuenta las ideas e intereses de los estudiantes, persigue la madurez y el autocontrol de los estudiantes, asume que lo dicho se trata de un aprendizaje más y que el progreso será paulatino. Evita los correctivos ajenos al aula, donde se acuerdan y consensuan las normas de funcionamiento.

Por último, Ballenilla (2003) destaca el ambiente de la clase creado por un profesor tradicional, donde es inconcebible la movilidad de los estudiantes y que los estudiantes hablen en clase. Para controlar la clase, el profesor tradicional se apoya en la autoridad atribuida socialmente al rol del profesor y separando a los estudiantes, poniéndolos por orden de lista,... El ambiente de la clase, de un profesor tecnológico, cuenta con movilidad de los estudiantes muy restringida y controlada. Sólo en el caso de que el profesor los tenga organizados en grupos, pueden hablar, aunque sólo de la tarea. El profesor tecnológico controla la rumorosidad y la clase se ayuda de determinadas técnicas (dinámica de grupos, sociogramas, etc), además de la autoridad inherente al rol del profesor, tiende a distinguir y tratar diferencialmente a “buenos” y “malos” estudiantes.

En el ambiente de la clase, de un profesor espontaneísta, los estudiantes se mueven por la clase hablando libremente hasta crear una rumorosidad excesiva. Los estudiantes asumen el funcionamiento de la clase tal cual y si aparece la necesidad de control, el profesor se basa en el liderazgo social y afectivo. El profesor no interviene en la auto-organización de los grupos, por lo que se consolidan grupos homogéneos y a veces de banderías.

La situación de la enseñanza de la ciencia

CARACTERÍSTICAS	MODELO ESPONTANEÍSTA
IDEAS	Aditivo, por descubrimiento espontáneo, apropiación de significados a partir de la realidad. Las ideas son anecdóticas, sin valor didáctico. Se priman los intereses sobre las ideas, lo motivacional sobre lo cognitivo. Se desconocen métodos para la exploración y expresión de las ideas de los estudiantes.
CONTENIDOS	<p><u>Para qué:</u> se busca el desarrollo del estudiante y educarle, imbuyéndolo en la realidad inmediata. Es importante el factor ideológico.</p> <p><u>Qué enseñar:</u> son decisivos los intereses de los estudiantes, no así sus teorías. El principal referente es el conocimiento cotidiano.</p> <p><u>Tipos de contenidos:</u> predominan los actitudinales y procedimentales. Varían en el proceso sin hilo conductor explícito.</p> <p><u>Selección:</u> intereses y experiencias de los estudiantes.</p>
ORGANIZACIÓN DEL AULA	En grupos, según las afinidades de los estudiantes. Dinámica muy flexible, en función de los intereses y apetencias de los estudiantes.
PAPEL DEL DOCENTE Y DE LOS ESTUDIANTES	Profesor como coordinador de las actividades que van surgiendo en los debates. También improvisa recursos, soluciona problemas y favorece la participación, la expresión y la comunicación de todos los estudiantes. Docente como líder social y afectivo. Se evitan los correctivos.
AMBIENTE DE AULA	Movilidad de los estudiantes por el aula muy poco normativizada. Los estudiantes pueden hablar libremente. Rumorosa excesiva. Se asume el funcionamiento del aula tal cual. Si hay necesidad de control, se intenta ejercer basándose en el liderazgo social y afectivo de docente. No se interviene en la autoorganización de los grupos, lo que suele desembocar en la consolidación de grupos homogéneos y a veces de banderías.

Tabla 2–14. El modelo espontaneísta según Ballenilla (2003)

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

CARACTERÍSTICAS	MODELO ALTERNATIVO
IDEAS	Por construcción: aprendizaje constructivista complejo (dando importancia al número y complejidad de las relaciones). Se conocen métodos para la exploración y expresión de las ideas de los estudiantes. Se utilizan de forma permanente para reorientar la secuencia didáctica. Se potencian procesos metacognitivos.
CONTENIDOS	<p><u>Para qué</u>: enriquecimiento progresivo del conocimiento de los estudiantes hacia modelos más complejos y críticos.</p> <p><u>Qué enseñar</u>: se tienen como referente los metaconocimientos, los conocimientos cotidianos, los problemas socioambientales relevantes, las disciplinas y las concepciones e intereses de los estudiantes. La integración de todos ellos se entiende como “conocimiento escolar”.</p> <p><u>Tipos de contenidos</u>: integración de lo conceptual, procedimental y actitudinal.</p> <p><u>Selección</u>: es variada, en función de los referentes. Se busca la aproximación al “conocimiento escolar deseable” y se tiene en cuenta la “hipótesis de progresión”.</p>
ORGANIZACIÓN DEL AULA	Flexible, en función de la actividad a realizar. Generalmente en grupos, para facilitar que se genere un conocimiento compartido y por lo tanto, un flujo de información entre los estudiantes y de éstos con el docente.
PAPEL DEL DOCENTE Y DE LOS ESTUDIANTES	Se tienen en cuenta las ideas e intereses de los estudiantes. Se persigue la madurez y el autocontrol de los estudiantes. Se asume que lo dicho se trata de un aprendizaje más y que el progreso será paulatino. Se acuerdan y consensúan normas de funcionamiento. Se evitan los correctivos ajenos al aula.
AMBIENTE DE AULA	Es posible la movilidad de los estudiantes en el aula, siempre que se respeten las normas acordadas y no se dificulte el trabajo de los compañeros. Los estudiantes pueden hablar libremente (pero dando preferencia a la tarea) a no ser que se esté en una puesta en común o en una exposición. A veces, rumorosidad excesiva, que de inmediato se intenta atajar haciendo el docente una llamada a la madurez y al autocontrol. Se pretende un control colectivo del aula en que se impliquen de lleno los estudiantes mediante la negociación y el consenso de las normas. Se procuran grupos heterogéneos, donde los miembros se ayuden mutuamente.

Tabla 2–15. El modelo alternativo según Ballenilla (2003)

La situación de la enseñanza de la ciencia

El profesor alternativo favorece un ambiente de clase donde los estudiantes se puedan mover en el aula, si respetan las normas acordadas y no se dificulta el trabajo de los compañeros. Los estudiantes pueden hablar libremente (pero dando preferencia a la tarea) a no ser que se esté en una puesta en común o en una exposición. Si la rumorosidad es excesiva, de inmediato se intenta atajar, haciendo una llamada a la madurez y al autocontrol. El profesor pretende un control colectivo de la clase en el que se impliquen de lleno los estudiantes mediante la negociación y el consenso de las normas. El profesor procura grupos heterogéneos, donde los miembros se ayuden mutuamente.

2.6. Modelos de Solís (2005)

Solís (2005) sintetiza el papel del profesor, dentro de la metodología, con frases claras y sencillas como: El profesorado explica y controla la disciplina del aula. Así actúa un profesor según el modelo didáctico tradicional o transmisivo [MDTR]. Para un profesor del modelo didáctico tecnológico [MDTC]: El profesorado realiza exposiciones y dirige las actividades de clase y mantiene el orden.

Cuando el profesor sigue el modelo didáctico activista o espontaneista [MDES], el profesorado, coordina la marcha de la clase y actúa como líder afectivo y social (Solís, 2005, 21). Si el profesor pertenece al modelo didáctico alternativo -Modelo de Investigación en la Escuela [MIE]-, el profesorado actúa como coordinador y/o facilitador de los procesos de investigación que se dan en el aula (Solís, 2005, 23).

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

CARACTERÍSTICAS	MODELO DIDÁCTICO TRADICIONAL O TRANSMISIVO (MDTR)
Objetivos / Finalidades	Transmitir las informaciones correspondientes a la cultura que la sociedad determine. Primacía de los contenidos sobre otros elementos curriculares.
Contenidos	Los contenidos científicos desde una versión acumulativa y descontextualizada. Primacía de los contenidos de tipo conceptual.
Ideas de los alumnos / as	No se consideran ni las ideas ni los intereses de los alumnos /as. El único interés del alumnado debe ser estudiar y aprobar.
Metodología	Metodología transmisiva. Actividades de tipo expositivo apoyadas en el libro de texto. Los estudiantes “escuchan”, “estudian” y “reproducen los contenidos”. El profesorado explica y controla la disciplina del aula.
Evaluación	El alumno / a recuerda y reproduce los contenidos. Es finalista. El examen como herramienta primordial.

Tabla 2–16. El modelo tradicional o transmisivo según Solís (2005)

La situación de la enseñanza de la ciencia

CARACTERÍSTICAS	MODELO DIDÁCTICO TECNOLÓGICO (MDTC)
Objetivos / Finalidades	Programación detallada de objetivos. Garantiza la enseñanza proporcionada.
Contenidos	Predominio de los contenidos conceptuales, aunque con presencia de procedimientos en forma de habilidades.
Ideas de los alumnos / as	No se tienen en cuenta las ideas de los estudiantes, o en el caso de que las considere, son “errores conceptuales”, que es necesario sustituir por el conocimiento riguroso. Si existe una actitud y una aptitud adecuada por parte del alumnado, “éste aprende”.
Metodología	El método científico como base metodológica. Actividades secuenciadas y dirigidas con inclusión de ejercicios y prácticas. Los estudiantes realizan las actividades programadas. El profesorado realiza exposiciones y dirige las actividades de clase y mantiene el orden.
Evaluación	La evaluación se realiza en relación con los objetivos operativos planteados. Finalista aunque intenta ser procesual (pretest y postest). Herramientas: test y ejercicios.

Tabla 2–17. El modelo tecnológico según Solís (2005)

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

CARACTERÍSTICAS	MODELO DIDÁCTICO ACTIVISTA O ESPONTANEISTA (MDES)
Objetivos / Finalidades	La educación a través de la realidad inmediata. Son muy importantes los factores afectivos y sociales. No existe una programación previa detallada. Si finalidades generales o metafinalidades.
Contenidos	Los contenidos conceptuales se extraen espontáneamente de la realidad próxima. Predominio de los procedimientos (habilidades y destrezas) y las actitudes.
Ideas de los alumnos / as	Se tiene en cuenta los intereses y experiencias del alumnado y su entorno. No se consideran los esquemas explicativos del alumnado.
Metodología	Metodología del “descubrimiento autónomo y espontáneo”. Los estudiantes son los protagonistas y realizan muchas actividades individuales o de grupo. El profesorado, coordina la marcha de la clase y actúa como líder afectivo y social.
Evaluación	Se centra en las destrezas y actitudes. Procesual pero asistemática. Herramientas: observación y análisis de trabajos (individuales y de grupo).

Tabla 2–18. El modelo activista o espontaneista según Solís (2005)

La situación de la enseñanza de la ciencia

CARACTERÍSTICAS	MODELO DIDÁCTICO ALTERNATIVO (MIE)
Objetivos / Finalidades	Complejización y enriquecimiento progresivo de los modelos explicativos de la realidad de los estudiantes. Tendencia a fomentar una participación responsable en la realidad.
Contenidos	Conocimiento escolar que integra saberes (disciplinares, cotidianos, ambientales...). La construcción del conocimiento escolar se realiza de forma progresiva y evolutiva.
Ideas de los alumnos / as	Se consideran los esquemas alternativos del alumnado, tanto en lo referente al conocimiento que se pretende enseñar como en relación con la construcción de ese conocimiento.
Metodología	Metodología basada en la “investigación” del alumnado. Se trabaja en torno a “problemas”. La secuencia de las actividades viene determinada por el propio problema. El estudiante construye y reelabora su conocimiento. El profesor como coordinador y / o facilitador de los procesos de investigación que se dan en el aula (tanto del alumnado como del propio proceso).
Evaluación	Se analiza la evolución del alumnado, del profesorado y del trabajo conjunto. Sirve como elemento regulador de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Reformulación del trabajo del aula. Diversidad de herramientas de seguimiento.

Tabla 2–19. El modelo alternativo según Solís (2005).

En cuanto a las concepciones curriculares, Solís (2005) presenta unas tablas resumen de sus modelos MDTR, MDTC MDES y MIE.

Una vez analizadas las posibles causas de la situación de la enseñanza de la ciencia y hacer un somero recorrido por los diversos modelos de enseñanza, en el siguiente capítulo nos centraremos en el

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

profesor, acercándonos a las perspectivas que hay del buen profesor,
así como las características y la actitud del profesor.

CAPITULO III. El buen profesor

En este capítulo vamos a tratar de abordar tres cuestiones que ponen la centralidad en el profesor que enseña. Esas cuestiones hacen referencia, inicialmente, a las perspectivas del buen profesor; para abordar a continuación las características que se desprenden del ejercicio de esa tarea y, finalmente, los medios de los que dispone así como un aspecto que consideramos que es clave: el diálogo y la comunicación.

1. Perspectivas del buen profesor

Las causas de la situación de la enseñanza en las primeras décadas del siglo veintiuno son variadas, sin embargo, el profesor está presente de forma directa o indirecta. El profesor es una constante que aparece en todas las causas planteadas en el capítulo segundo. Para que un profesor sea un buen profesor ha de querer serlo. Si un país cuenta con buenos profesores se espera que los estudiantes de ese país aprendan y amplíen los conocimientos de toda su generación.

Las perspectivas del buen profesor se centran en su trabajo de transmitir conocimientos. Los conocimientos que tiene el profesor puede adquirirlos en las dos etapas: mientras es estudiante y cuando el profesor ha conseguido la licenciatura. Normalmente, en la segunda etapa, el profesor adquiere más experiencia práctica que teórica. Podrá ampliar sus conocimientos teóricos, si una de las perspectivas del profesor es ampliar los conocimientos adquiridos al continuar estudiando y mejorando su trabajo de profesor. El aprendizaje toma sentido mediante las interpretaciones de los acontecimientos a través de las creencias y los conocimientos (Meirink et al., 2009; Putnam & Borko, 2000).

El buen profesor quiere que los estudiantes adquieran los conocimientos que necesitan para desarrollarse en la sociedad en la que se encuentran inmersos. La habilidad de conectar ideas permitiría a los profesores desarrollar la flexibilidad (Davis & Smithey, 2009; Spiro et al., 1991). El conocimiento flexible permite incluir no sólo el

El buen profesor

conocimiento de la materia, sino también el conocimiento pedagógico (Shulman, 1986).

El conocimiento se construye a través de las experiencias y el carácter de las experiencias está influenciado por las lentes cognitivas (Confrey, 1900). Entendiendo por lentes cognitivas el conocimiento a partir del cual se interpretan las experiencias. La función de cognición es adaptativa, sirviendo a la organización del mundo experimental, en vez de servir al descubrimiento de la realidad ontológica (Wheatley, 1991). El concepto de cognición (del latín: cognoscere, "conocer") hace referencia a la facultad de procesar información a partir de la percepción, el conocimiento adquirido (experiencia) y las características subjetivas que permiten valorar la información.

El cambio en las perspectivas del pensamiento del profesor desde lo anecdótico a la acción se basa en el pensamiento profesional crítico, desde una acción habitual y rutinaria a una acción basada en la flexibilidad, la creatividad, la conciencia social, cultural y política (Hitchcock & Hughes, 1995). El cambio de perspectiva implica un crecimiento del profesor como profesional y como persona (Convay & Clark, 2003; Krull et al., 2007).

Según Desautels & Laroche (1990), no hay grandes textos de biología que puedan ser consultados para comprobar las teorías correspondientes a una realidad ontológica. La realidad del ser. El mundo experimental se fundamenta en leyes. Ante determinadas circunstancias, determinados objetos actuarán de la misma forma. Esas leyes se cumplen y al conocerlas se pueden prever las actuaciones de esos objetos. No es magia, pero algunos estudiantes se impresionan como si se tratara de algo mágico. Sorprender a los estudiantes para motivarlos y animarlos con las asignaturas experimentales les ayudará a estudiarlas y querer saber más.

Las matemáticas son una asignatura base para las asignaturas experimentales. Partiendo de una o varias definiciones, los matemáticos desarrollan una teoría matemática mediante teoremas matemáticos. Sin embargo, los físicos se basan en la observación de la naturaleza y construyen principios empíricos como por ejemplo el segundo principio de la termodinámica. Por contra, los principios matemáticos son intelectuales, sin necesidad de basarse en la naturaleza.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

En matemáticas, los profesores pueden demostrar algo derivado de ciertas operaciones, pero en física los profesores no pueden decir más que el posible camino ante una determinada situación. Los estudiantes deberían tener la libertad de elegir el camino indicado por el profesor u otro camino no planteado, pero viable. Los estudiantes deberían contar con la opción de equivocarse y aprender de sus propios errores. Algunos estudiantes prefieren memorizar los errores a memorizar los aciertos. El buen profesor promueve el conocimiento a la diversidad de estudiantes.

2. Diversidad de estudiantes

No debería asumirse que la forma de pensar de los estudiantes es simple. De acuerdo con Glasersfeld (1992), para entender y apreciar el pensamiento del estudiante, el profesor debe tener una mente flexible, porque los estudiantes algunas veces empiezan con premisas que a los profesores les parecen increíbles. Por ejemplo, un profesor puede orientar a un estudiante en una dirección y el estudiante puede avanzar en esa dirección o en otra dirección diferente a la esperada por el profesor. Todas las direcciones deberían llevar al conocimiento. Unas darán más vueltas que otras. Unas serán más lógicas que otras.

Cada estudiante necesita decidir por sí mismo, aunque le cueste más tiempo a unos estudiantes que a otros. De poco le serviría ganar tiempo si lo aprendido no queda fijado. El conocimiento adquirido queda fijado si está arraigado, si todas las dudas han sido superadas. En caso contrario, otro conocimiento tomaría el lugar del anterior perdiéndose el conocimiento inicial.

Los profesores pueden orientar la construcción de los conocimientos de los estudiantes en una dirección provechosa, teniendo presente que a los estudiantes nunca se les debe forzar, lo cual puede parecer un gasto de tiempo, pero una vez que los estudiantes han experimentado el placer de encontrar una solución por ellos mismos, estarán más preparados para trabajar en los problemas sugeridos por el profesor. El profesor es un mediador entre el conocimiento y el aprendizaje de los estudiantes, si se entiende por aprendizaje el proceso a través del cual se adquieren nuevas habilidades, destrezas, conocimientos, conductas o valores como resultado del estudio, la experiencia, la instrucción o la observación.

El buen profesor

De acuerdo con Elliot (1990), el buen profesor se preocupa por su propia educación, por su relación con los estudiantes y por su contribución al cambio, además de esforzarse en que los estudiantes aprendan cuanto enseña. No siempre sucede. El buen profesor pretende enseñar unos contenidos y todos esos contenidos serán adquiridos por los estudiantes. Sin embargo, hay profesores incapaces de hacer llegar todos los contenidos a todos los estudiantes. El buen profesor prepara la tierra, es decir, prepara a los estudiantes para obtener el máximo rendimiento, que en este caso se identifica con los contenidos previstos en la materia impartida.

Un buen profesor actúa como un artesano (Solís, 2005), sin prisas, dando tiempo a que el estudiante absorba, reflexione y ponga en práctica lo aprendido. Las características del buen profesor se adaptan al lugar y los estudiantes. En las clases se encuentran mezclados diferentes tipos de estudiantes y la enseñanza ideal para un tipo de estudiantes es diferente de la enseñanza ideal para otro tipo de estudiantes. Incluso un mismo estudiante cambia según circunstancias de enfermedad, crisis interior y exterior, amistades, familiares y un sin fin de causas que en personas con un carácter firme e inamovible pasarán de largo, pero en personas débiles y cambiantes causarán estragos.

3. Las construcciones cognitivas

Las construcciones cognitivas se explican mediante la teoría de los esquemas o de los diferentes procesos de equilibrio de Piaget (Mellado, 2003), en los que la unidad de organización cognitiva es el esquema cognitivo en vez del concepto (Marín, 2003; Piaget, 1978). La enseñanza–aprendizaje de los conocimientos científicos requiere que los profesores combinen los saberes (Gil, 1991) procedentes tanto de las experiencias como de los conocimientos.

Aparecen desconexiones entre el mundo científico y la sociedad. Hoy en día destacan las noticias científicas, como por ejemplo la reciente apertura del colisionador de hadrones y el hallazgo de la partícula de Higgs. El alcance de la comprensión de estas noticias se restringe a la población que conoce el lenguaje científico concreto de la física de partículas. Los profesores deberían conocer el lenguaje científico para poder darlo a conocer a los estudiantes. Sin embargo, la realidad es bien diferente al razonamiento lógico.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Ganqui et al. (2010) han encontrado que los profesores de sus investigaciones carecían de la formación básica en astronomía y de los aspectos observables del cielo, por ejemplo las fases de la Luna. Estos profesores tampoco comprendían términos de astronomía integrados en el discurso cotidiano. Un profesor que no domine los términos necesarios para transmitir los conocimientos de un campo científico, difícilmente logrará transmitir adecuadamente estos conocimientos. Por tanto, para evitar esta carencia en los estudiantes sería preciso que los profesores adquiriesen el dominio de los términos empleados en el lenguaje científico.

Para salvar la falta de dominio de los términos científicos, Ausbel plantea el aprendizaje significativo, desarrollado por Novak & Gowin (1988), en su teoría de la asimilación (Novak, 1988). El aprendizaje significativo es la manera natural de aprender y de asimilar la información (Guruceaga & González, 2004). El aprendizaje humano se encuentra en la teoría de Kelly, dado que basó todo su enfoque en el desarrollo de la persona en función de la metáfora del profesor–científico (Pope & Gilbert, 1983). Por ello, la teoría de Kelly parece apropiada para la educación científica. El desarrollo profesional de los profesores científicos se puede concebir como una reestructuración de las creencias, las actitudes y los comportamientos de los profesores (Carretero & Limón, 1996; Furió & Carnicer, 2002; Tobin & Espinet, 1989). El reconocimiento de la importancia que el discurso tiene en la reestructuración de los conocimientos científicos (Lemke, 1996) abre el campo al análisis de la enseñanza de las ciencias (Galagousky & Muñoz, 2002).

El profesor debería tener mecanismos para especificar el conocimiento previo de los estudiantes. Cualquier nuevo conocimiento no puede transmitirse al estudiante si este no tiene su propio constructo. Del mismo modo, si la atención del profesor no está dirigida desde el conocimiento previo del estudiante, este ignorará el nuevo conocimiento o lo incorporará incorrectamente (Baviskar et al., 2009).

4. Estrategias del buen profesor

El buen profesor busca estrategias para cada día ser mejor profesor. Además, el buen profesor crea estrategias y experimenta con ellas para comprobar su efectividad. El buen profesor es el promotor y alentador de las estrategias de enseñanza, que permiten a los

El buen profesor

estudiantes llegar a estar más involucrados en su propio aprendizaje. Para Hewson & Hewson (1989) y Lotter et al. (2007), las creencias, los conocimientos y los aprendizajes científicos de los profesores influyen en el cambio del uso de las estrategias. Siguiendo esta línea, Porlán et al. (1998) y Richardson (1996) encontraron que la actividad de los profesores es dirigida por una serie de principios de actuación y una serie de creencias implícitas, que suelen mantener. Un par de años antes de este descubrimiento, Porlán et al. (1996) afirmaron que el profesor toma decisiones y actúa en la clase según su conocimiento profesional. Años posteriores, Oliva (2003) está de acuerdo con esta idea, es decir, hay quienes siguen a favor de esa idea.

El estudio de la ciencia es una actividad colectiva (Hodson, 1988), donde cada estudiante pone en juego sus propias ideas (Astolfi & Perterfalvi, 1993). Si se planifica la enseñanza como una hipótesis didáctica, que trata de resolver el fracaso del aprendizaje, se podría preparar al profesor para enseñar ciencia y para trabajar colectivamente (Furió, 1994; Furió & Carnicer, 2002). El buen profesor es el profesor capaz de enseñar ciencia y de trabajar colectivamente. De aquí se deduce la necesidad de estudiar dos tipos diferentes de estrategias: estrategias de formación y estrategias de colaboración. No es la primera vez que aparecen en esta tesis estas dos palabras: formación y colaboración. Fueron tratadas como posibles causas de la situación de la enseñanza de la ciencia en el capítulo segundo.

4.1. Estrategias de formación

Las estrategias de formación se pueden diseñar siguiendo tres fases: instruir a los profesores sobre el conocimiento deseable, dar oportunidades a los profesores para que utilicen esa información de manera práctica y valorar la incidencia del conocimiento en la práctica docente (Sánchez & Valcárcel, 2000). Un ejemplo de la necesidad de crear estrategias que estimulen los conocimientos pedagógicos y didácticos de los profesores podría ser la investigación de Cuño et al. (2005). En esta investigación, casi todos los profesores se esforzaron por mejorar sus actividades. Los profesores con formación pedagógica se distinguieron de los profesores que sólo transmitían experiencia y carecían de estudios didácticos. Los profesores que quieren mejorar suelen ahondar en el conocimiento y las habilidades de las áreas (AAAS, 1993; Fuhrman, 2003; National Research Council, 1996).

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Un profesor que no esté interesado en actualizar sus conocimientos ni en mejorar su forma de transmitirlos difícilmente se preocupará por renovar sus ideas ni su forma de enseñar. Ese profesor no estará interesado en los nuevos descubrimientos ni en las mejores estrategias pedagógicas. Para poder ayudar a los profesores que no son conscientes de la importancia de su formación continua se aconsejan cambios. Bartholomew & Sandholtz (2009) y Darling–Hammond (1994) aconsejan reestructurar la forma y el contenido pedagógico de los profesores. Una dimensión particular del conocimiento pedagógico se centra en: las orientaciones de la enseñanza de la ciencia del profesor, las creencias que guían las metas de los profesores y las estrategias para enseñar ciencia (Magnusson et al., 1999; Schwarz, 2009). El campo del aprendizaje tecnológico ha estado influenciado por las estrategias pedagógicas, las cuales ayudan al diseño y la evaluación (Ellis, 2009; Reeves & Laffey, 1999; Reiser, 2001).

No sólo el aprendizaje tecnológico, también el aprendizaje de la física y de otras ciencias mejorará con la pedagogía relativa al diseño y a la evaluación. La investigación didáctica está buscando nuevos paradigmas que, además de explicar, permitan intervenir en el diseño del aprendizaje de la física (Bernardino, 2002; Weil-Barais, 1995), con el fin de mejorar las estrategias pedagógicas que conocen y llevan a la clase los profesores. Aquellos profesores interesados en mejorar sus conocimientos y su forma de transmitirlos estarán dispuestos a participar activamente en las investigaciones didácticas. La formación didáctica del profesor que incluye las estrategias pedagógicas es necesaria para mejorar la práctica del profesor (Cuño et al., 2005).

4.2. Estrategias de colaboración

Los estudios cualitativos revelan que los profesores que aprenden de otros profesores cambian sus estrategias de enseñanza como resultado del proceso colaborativo (Albrecht, 2003; Vasquez-Montilla et al. 2007). La colaboración entre los profesores los ayuda a no sentirse solos. También les proporciona estrategias para superar los problemas ante los que se encuentran con los estudiantes. La colaboración entre los profesores y los estudiantes se ha estudiado anteriormente en el capítulo segundo de la presente tesis. Miller & Stayton (1999) añaden otra colaboración: las nuevas definiciones de los roles de los profesores en formación universitaria necesitan

El buen profesor

desarrollarse para que se dirijan a la enseñanza en colaboración con otros profesores e investigadores.

Concretando las posibles colaboraciones mencionadas entre diferentes colectivos se encuentran las siguientes: colaboraciones entre profesores y estudiantes, colaboraciones entre profesores y otros profesores y colaboraciones entre profesores e investigadores. Los profesores que colaboran con los investigadores pueden llegar a colaborar indirectamente con los políticos. Se trata de fortalecer las conexiones entre profesores, investigadores y políticos. Cada uno dentro de su campo de trabajo puede influir y dejarse influir por otros, de esta forma se enriquecen y conocen las necesidades reales de la sociedad. El buen profesor colabora con todos los colectivos que le rodean: estudiantes, profesores, investigadores y políticos. Es un profesor capaz de tratar con diferentes colectivos y de motivarlos a colaborar con libertad. Todos los colectivos relacionados con la enseñanza influyen de manera directa o indirecta en mejorar o empeorar la enseñanza.

a) Colaboración entre los investigadores y los políticos

Si volvemos la mirada a lo que señalábamos al tratar de las posibles causas de la enseñanza de la ciencia, poníamos la atención en la colaboración tan sólo entre los profesores y los estudiantes. En este caso damos un paso más, porque se tratan más colectivos. Para Chrobak (1996) y Lopérgolo, López y Utges (1987): una posible causa de los problemas presentados por los estudiantes, podría ser la escasa comunicación entre los responsables políticos y los investigadores del campo educativo. Los políticos responsables de la educación deberían escuchar atentamente las reflexiones de los investigadores sobre los problemas y las posibles soluciones a la enseñanza del momento en el que se vive. La desconexión entre los políticos y los investigadores influye en el problema de la enseñanza. Por tanto, la enseñanza mejoraría con los encuentros entre los políticos y los investigadores (Windschitl, 1999). De los encuentros entre los políticos y los investigadores se obtendrían soluciones para los problemas actuales de la enseñanza de las ciencias.

Según Calderhead (1997), motivando el aumento de la colaboración entre los investigadores y los políticos, se elevará la calidad de la investigación educativa. Al colaborar los investigadores y los políticos de una nación se mejoraría la educación de esa nación.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Un ejemplo de colaboración entre investigadores y políticos se encuentra en Argentina, donde el gobierno se reunió con los investigadores. De estos encuentros emergieron reformas internas para el sistema educativo con el fin de mejorar los resultados de la enseñanza (Cuño et al., 2005).

Otro ejemplo se encuentra en el gobierno inglés, el cual aprobó un modelo innovador propuesto por los investigadores de la didáctica para mejorar la enseñanza de la ciencia en las escuelas (Tytler, 2009). Siguiendo esta línea, Nargund-Joshi et al. (2011) sugieren la formación de un consorcio de políticos, investigadores de formación del profesorado y educadores de todos los niveles y tipos de escuela que consideren los mejores enfoques para la aplicación de la reforma del sistema de la India. Esto también es aconsejable para otros países. No tendría que ser algo exclusivo de la India. También podría aplicarse para mejorar el sistema educativo de otros países.

Estados Unidos es un ejemplo en la línea de actuación anteriormente comentada. La actuación de los Estados Unidos comenzó con el siglo veinte centrándose en los resultados de la educación. Las pruebas se popularizaron y a mediados de siglo, Tyler publicó: los Principios Básicos para el Currículo y la Instrucción (Tyler, 1949). En 1983, el Departamento de Educación publicó: A Nation at Risk (U.S. Department of Education, 1983). Como resultado salieron dos documentos de normas nacionales en materia de ciencia publicadas por la Asociación Americana para el Avance de las Ciencias (AAAS, 1993) y el Consejo Nacional de Investigación Nacional de Ciencias de Estándares de Educación (National Research Council, 1996). Estos documentos fueron recomendados a los políticos (DeBoer, 2011).

Los investigadores y políticos colaboraron a partir de algo común, como muestran los documentos anteriormente citados. Los documentos son el nexo de unión de ambos colectivos: investigadores y políticos. Los investigadores dan a conocer los resultados de sus trabajos y los políticos cuentan con estos trabajos para conocer la situación educativa en la que se encuentra el país. Una vez localizado el problema real basta buscar y aplicar las soluciones para resolverlo. Para saber si el problema ha quedado resuelto tendrían que volver a intervenir los investigadores. De forma cíclica se turnarían políticos e investigadores hasta erradicar la crisis de la enseñanza.

El buen profesor

En febrero del 2011, AITSL (Australian Institute for Teaching and School Leadership, 2011) publicó los estándares nacionales para los profesionales docentes. AITSL consultó a través de la Web MCEECDYA (Ministerial Council for Education, Early Childhood Development and Youth Affairs) con asociaciones profesionales, diferentes sectores escolares, organizaciones gubernamentales, universidades y escuelas, además de consultar a organizaciones como el Consejo de Negocios, asociaciones de padres y sindicatos (Bourke et al., 2012). Entre las consultas realizadas por AITSL se observa a las escuelas y las universidades. ¿Qué sucedería si colaborasen ambas entidades? La respuesta a esta pregunta requiere un apartado.

b) Colaboración entre las universidades y las escuelas

Para los profesores y los estudiantes, las escuelas y las universidades son lugares de aprendizaje, donde los estudiantes desarrollan sus conocimientos, su habilidad para resolver problemas y para relacionarse con los demás. A su vez, los profesores desarrollan sus conocimientos, mejoran sus alcances pedagógicos y aprenden a resolver los problemas de las clases (Pirkle & Peterson, 2009). Desde este punto de vista, se percibe más claramente la afirmación de Murawski & Swanson (2001): la enseñanza en la universidad es similar a la enseñanza en la escuela.

Basándose en las similitudes de la enseñanza escolar y la universitaria, Estense (1987) propone animar a los científicos universitarios en los desarrollos pedagógicos y didácticos en las escuelas. Siguiendo esta propuesta, una alternativa para la enseñanza universitaria de las ciencias consistiría en crear programas de investigación coherentes que mejorasen la enseñanza (Muñoz-Chapuli, 1995) en general, por tanto, incluiría el caso particular de la enseñanza de las ciencias en las escuelas. Sin embargo, en el ámbito universitario existe una escasa atención a los aspectos educativos de ciencia (Mellado, 2003). Para Schuster & Carlsen (2009), Schwab (1964) y Shulman (1986) no cambiará la atención en los aspectos educativos de ciencia hasta que las facultades de ciencia se involucren en el diseño y la implementación del desarrollo profesional. Esta cuestión ya fue abordada anteriormente por lo que no incidiremos más en ella.

Retomando la línea anterior, Borko et al. (2000) afirman que los investigadores han puesto poca atención a la influencia del

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

aprendizaje del estudiante a profesor. Pese a la escasa atención de los científicos, según las opiniones anteriormente destacadas, se encuentran ejemplos como el proyecto de Cooper & Cowie (2010) sobre las necesidades de los profesores y los investigadores universitarios. Una de las posibles necesidades sería la colaboración entre las universidades y las escuelas. Dicha necesidad es corroborada por el estudio de Yamagata–Lynch & Haudenschild (2009).

Las universidades involucradas en el estudio de Yamagata–Lynch & Haudenschild organizaban y facilitaban las actividades del desarrollo profesional, independientemente de las escuelas, por lo que los estudiantes a profesor alcanzaban algunas estrategias para sus experiencias prácticas de la enseñanza en las escuelas (Liaw, 2009), pero no todas las que realmente necesitaban para ser profesores ejemplares.

Tal vez si colaborasen las escuelas y las universidades, los estudiantes a profesores alcanzarían todas las estrategias que realmente necesitan para su práctica como profesores de las escuelas. Esta colaboración ayudaría a la renovación de los profesores involucrados (Bartholomew & Sandholtz, 2009) e incluso ofrecería una estrategia para descubrir la existencia de problemas comunes a las escuelas y a las universidades (Clark, 1988). En definitiva, con la colaboración entre las escuelas y las universidades se podría aumentar la eficacia de los futuros profesores (Pohan & Dieckmann, 2005; Shechtman et al., 2005).

La enseñanza en las universidades y en las escuelas debería incluir los aspectos conceptuales, las perspectivas y los intereses de los estudiantes (Tytler et al., 2004; Tytler, 2009). Además, las universidades y las escuelas deberían tener un papel mayor en la definición del contenido científico de los profesores. Los científicos universitarios deberían diseñar cursos que mostrasen a los profesores los fenómenos científicos para motivarlos a colaborar e interpretar los problemas. Estas recomendaciones han sido acogidas por agencias como la NSF (Fundación Nacional de Ciencias). La NSF ofrece programas que promocionan y apoyan la participación de los científicos en el desarrollo profesional de los profesores (Schuster & Carlsen, 2009). Los programas de la NSF son una posible solución para mejorar la enseñanza universitaria y la escolar.

c) La investigación-acción colaborativa

El buen profesor

La investigación–acción consiste en investigar para mejorar la práctica (Kemmis, 2001) y se define como un proceso a través del cual los profesores estudian sus propias prácticas para resolver problemas de la práctica diaria (Corey, 1953; Meier & Henderson, 2007). Además de la investigación–acción, en la literatura se encuentran otras formas de investigar tales como el aprendizaje de la acción (Kramer, 2007), la investigación–acción participativa y la investigación cooperativa (Reason & Bradbury, 2001), también conocida como la investigación–acción colaborativa (Center for Participatory Action Research, 2008). Esta última da nombre al presente subapartado.

La investigación–acción colaborativa es una relación de acciones, donde se emplea una espiral recursiva de ciclos que se centran en planear, actuar, observar, reflexionar y replanear (Kemmis, 1998), todo en el contexto de las relaciones humanas (Mitchell et al., 2009). Los seres humanos son sociables por naturaleza y con su inteligencia pueden mejorar sus relaciones sociales.

Al reflexionar sobre la forma de actuar de cada persona, se podrá mejorar. Para conocer la forma de actuar hay que observarla. Por tanto, se hace más comprensible la espiral recursiva de la investigación–acción colaborativa. Una aplicación práctica de la investigación–acción colaborativa es el aprovechamiento personal. Del cambio positivo de una persona se beneficia toda la sociedad. Con el propósito de mejorar la formación de una comunidad en práctica, Wenger (1998) se centró en la investigación–acción colaborativa.

La investigación–acción colaborativa proveerá de una base de datos diversa para los materiales del entrenamiento, el currículo y los diálogos teóricos (Valesky & Etheridge, 1992). Los profesores que aprenden tendrán un conjunto de ideas conectadas y simplemente hablando entre ellos descubrirán cuales son las ideas apropiadas y cuáles deberían cambiar (Linn & Hsi, 2000; Smith et al., 1994). Un caso particular es la investigación de Nelson (2005) que involucra la negociación del conocimiento entre los profesores, quienes dialogan para desarrollar comprensiones comunes sobre el aprendizaje, los estudiantes, el currículo, la materia, las prácticas de la enseñanza o las influencias contextuales de estos componentes.

El desarrollo profesional puede mejorarse usando un modelo de investigación–acción colaborativo entre las escuelas y las

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

universidades llamado CAR (Mitchell et al., 2009). En el estudio del CAR, antes de finalizar sus estudios universitarios, los profesores pueden practicar lo aprendido en la universidad, lo cual les permite dominar el conocimiento y la habilidad requerida para moverse por la comunidad de enseñanza de cada escuela. De esta forma, la enseñanza a través del CAR ayuda a los profesores a ser expertos (Lave & Wenger, 1991).

CAR informa a los profesores sobre la práctica pedagógica, mejorando el aprendizaje y el desarrollo profesional de los profesores. Los estudiantes del CAR se benefician por formar una comunidad de prácticas (Balach & Szymanski, 2003). El CAR ayuda a los profesores a desarrollar sus capacidades intelectuales, a mejorar el nivel de eficacia de los profesores (Farrell, 2003), a apoyar el desarrollo profesional (Capobianco & Joyal, 2008; Gennaoui & Kretschmer, 1996), a desarrollar un sentido de la identidad como especialistas en las escuelas (Burn, 2007), a seleccionar el mejor grupo (Mitchell et al., 2004), a prevenir el desgaste del profesor (Allan & Miller, 1990) y a desarrollar las relaciones entre los profesores y los estudiantes (Levin & Rock, 2003). Profesores y estudiantes comparten un aula durante un tiempo determinado. Se espera que tanto los profesores como los estudiantes hagan un esfuerzo por respetarse y relacionarse mínimamente. Lo ideal sería que los profesores quisieran a los estudiantes como a sus propios hijos, porque durante un tiempo son el referente de los estudiantes. Los estudiantes que se sientan queridos aprenderán con emociones positivas que les agrada recordar.

CAR ha sido usado exitosamente por los profesores antes y durante las prácticas, ayudando a los profesores en las situaciones diarias de las clases (Burbank & Kauchak, 2001; Burn et al., 2007). Los profesores se encuentran ante la diversidad de problemas planteados por los estudiantes. Además de las cuestiones relacionadas con el contenido de las materias trabajadas aparecen cuestiones de comportamiento, de respeto, de moral, de convivencia, de saber estar, entre algunos de los que pueden surgir. CAR ayuda a los profesores a resolver los problemas de la enseñanza como si fueran profesores expertos (Mitchell et al., 2009; Scardamalia & Bereiter, 1989).

Los profesores expertos por años de trabajo con estudiantes han ido acumulando experiencias positivas y negativas. Saben cómo actuar ante los estudiantes con los que han trabajado, pero son

El buen profesor

inexpertos con otro tipo de estudiantes. Es aconsejable que sigan sintiéndose estudiantes para permanecer activos en la búsqueda de nuevas líneas de mejora de la enseñanza, compartir y desarrollar sus experiencias.

Los profesores que empiezan a trabajar en las escuelas tienen los conocimientos y las habilidades para mejorar los niveles conceptuales de los estudiantes y colaborar con los profesores universitarios (Bartholomew & Sandholtz, 2009). Si durante el tiempo de formación como profesores, estos estudiantes han colaborado entre sí y con otros grupos universitarios, entonces se han enriquecido y tenderán a seguir trabajando de esta forma. Plantearán los problemas ante los que se encuentren en las aulas e intentarán resolverlos con un grupo de expertos.

d) Programas de competencias educativas

Otra posible colaboración entre las escuelas y las universidades es la sugerida por Costas (2008). Costas descubrió que las personas son competitivas y la motivación del estudiante aumenta cuando tiene que competir con otro estudiante. Costas encontró que los estudiantes que participaron en las olimpiadas de física terminaron la carrera de física e influyeron en el progreso de la física. Basado en estos hallazgos, Costas sugiere promover los programas de competencias educativas e incluirlos en las asignaturas de ciencias.

La Olimpiada Internacional de Física (IPhO) es una competición anual de física para estudiantes de secundaria. La competición se organiza en las facultades de física y consiste en un examen planteado por los profesores universitarios. Con el examen se valoran las destrezas en física que tienen los estudiantes excepcionales de secundaria.

“Las Olimpiadas Internacionales de Ciencia son concursos anuales con el apoyo de la UNESCO para dotados estudiantes de secundaria en una serie de asignaturas de ciencias como la biología, la química y la física. Los países participantes seleccionan a los estudiantes de secundaria en rondas de exámenes, organizados a través de los departamentos universitarios. Equipos de tres o cuatro estudiantes de cada país son seleccionados para participar en la competencia

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

internacional. Las Olimpiadas internacionales son rigurosas y altamente competitivas. Los exámenes de los estudiantes constan de dos partes: teórica y práctica. Pueden durar de cinco a seis horas.” (Oliver & Venville, 2011, p. 2296).

Oliver & Venville (2011) investigaron los resultados de los estudiantes de la olimpiada. Los estudiantes investigados mostraron actitudes positivas hacia la ciencia. Entendiendo por actitud la forma en la que una persona ve algo o tiende a comportarse con ese algo, es decir, una respuesta emocional ante algo. Las actitudes tienen un concepto amplio de la medida en la que a una persona le gusta o le disgusta algo, incluyendo la ambivalencia (Oliver & Venville 2011).

Los estudiantes de la olimpiada del campamento de verano aumentaron sus actitudes hacia lo positivo de la ciencia, se sentían completamente inmersos en el aprendizaje de la ciencia, extendiéndose más allá de lo académico, que habían experimentado anteriormente (Oliver & Venville, 2011; Tudge, 1990).

Los estudiantes que participaron en las olimpiadas dijeron que se sintieron parte de un grupo de personas con ideas afines. Además, afirmaron sentirse cuidados, incluidos y seguros (Fredricks et al., 2010; Oliver & Venville, 2011). Sintieron logros por participar en las actividades académicas y descubrieron nuevas formas de aprendizaje que les dio un sentido de dominio (Koballa & Glynn, 2007; Oliver & Venville, 2011). En definitiva, los estudiantes seleccionados para las olimpiadas se beneficiaron de la experiencia. Un ejemplo concreto se encuentra en un grupo de estudiantes americanos. Los estudiantes que participaron en las Olimpiadas de la Ciencia en Utah, EE.UU., se sintieron recompensados por participar en algo divertido, donde aprendieron cosas nuevas y trabajaron con amigos (Abernathy & Vineyard, 2001).

Se han expuesto algunos ejemplos de la evidencia de que el aprendizaje del estudiante y su participación en la ciencia se ven reforzados por la participación en actividades de enriquecimiento tales como las Olimpiadas (Tytler & Osborne, 2011). En algunos países, el suministro de programas para aumentar el interés de los estudiantes, la participación y los logros de la ciencia son dirigidos por la preocupación del bajo rendimiento y las actitudes hacia la ciencia (Watters & Diezmann, 2003). Lee et al. (2008), describieron la

El buen profesor

amplitud y el alcance de los programas en los EE.UU. tanto para buscar como para satisfacer las necesidades de los estudiantes superdotados a través de pruebas y programas de enriquecimiento que van desde clases los sábados a campamentos de verano. (Oliver & Venville, 2011).

5. Las características del buen profesor

En este epígrafe abordaremos las características del buen profesor que se desprenden de todo lo que se viene diciendo con antelación. Puede afirmarse que entre esas características se encuentran las siguientes características: la reflexión, el trabajo eficaz, el ambiente y el uso de diferentes materiales.

En general, las características de un buen profesor tienen un impacto positivo en el alcance de los estudiantes (Darling-Hammond, 2000). Según Graham (2005), las características de los buenos profesores se dividen en cinco áreas. Las creencias de los profesores sobre la valoración de las clases estarían en el área primera. La segunda área queda delimitada por las adaptaciones en las creencias y las prácticas. La tercera área se refiere a las influencias que los profesores perciben. La cuarta área consiste en las habilidades para planear y valorar las unidades específicas. En el área quinta se encuentran los intereses sin resolver.

Las características de los buenos profesores también se dividen en dos categorías. La primera categoría de los buenos profesores es la competencia profesional. Los buenos profesores conocen la materia, utilizan diferentes instrucciones, explican y se organizan. Los buenos profesores son precisos, creativos y hacen divertido e interesante el aprendizaje utilizando diferentes métodos, considerando las capacidades y las debilidades de cada estudiante, manteniendo altas esperanzas de los estudiantes y enseñando con efectividad. Los profesores buenos son conscientes de la diversidad de los estudiantes y son capaces de relacionar la materia con la vida de los estudiantes, reconociendo las buenas características de los estudiantes.

La segunda categoría se forma con las cualidades afectivas de los buenos profesores. Los buenos profesores tienen una serie de características personales. El buen profesor es entusiasta, energético, apasionado, caritativo, paciente, justo, honesto e íntegro. El comportamiento de los buenos profesores hacia los estudiantes es

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

amistoso e interesado en la vida personal de los estudiantes, comprensivo, cercano y sociable.

El modelo del buen profesor coincide con la idea de Zanting (2001), en la medida en que tiene que ser también un buen formador de profesores. El formador de estudiantes a profesores tiene que ayudar a los estudiantes a desarrollar las actitudes y los conocimientos necesarios para llegar a ser buenos profesores (Hennissen et al., 2010).

El perfil de un buen profesor debe incluir la capacidad de ser un profesional autónomo en cuanto a los contenidos curriculares y los libros de texto, la capacidad de adaptar los contenidos al mundo de los estudiantes, la capacidad de mantener buenas relaciones con los demás profesores, de fomentar el trabajo en equipo y de poseer ciertas características personales como el entusiasmo, el humor y cierto grado de identificación con los niños y los adolescentes (Feito, 2004).

6. El buen profesor reflexiona

El buen profesor reflexiona sus perspectivas. En los procesos de enseñanza, los profesores suelen pensar sobre lo que están haciendo, a lo que Dewey (1910) y Schön (1988) llaman reflexión en la acción. La reflexión es en sí misma una acción. Se pueden reflexionar las ideas y las acciones. La reflexión ayuda a detenerse en las acciones pasadas para discernir lo realizado. Una reflexión surge al pararse ante algo.

No reflexiona quien no pretende modificar algo. Para Kegan (1994), el pensamiento reflexivo requiere que el profesor desee hacerlo. Sin embargo, además de querer ha de contar con los instrumentos para lograr conseguirlo. Para que el profesor cambie a mejor necesita contar con herramientas y el uso de la reflexión mejora la práctica facilitando poderosas herramientas (Blanchard et al., 2009; Borko, 2004). La reflexión sobre la práctica es un componente crítico del cambio del profesor (Luft, 2001; Roehrig & Luft, 2004). De acuerdo con Convay & Clark (2003), Krull et al. (2007), los profesores se desarrollan personal y profesionalmente cuando cambian. Lo ideal sería cambiar a mejor, que los profesores se desarrollaran personal y profesionalmente hacia el tipo de profesores que la sociedad necesita.

La práctica de los profesores es susceptible a evolucionar a través de la reflexión sobre la misma (Oliva, 2003; Richardson, 1996).

El buen profesor

Blanchard et al. (2009) cruzaron varios estudios diferentes y determinaron que existen puntos comunes en la práctica de los profesores, como sus cambios de concepciones en sus investigaciones y sus cambios en su uso de las estrategias. Los procesos sistemáticos permiten al profesor moverse más allá de los sucesos inmediatos. La práctica reflexiva de los procesos sistemáticos formaliza la investigación–acción del profesor (Schön, 1983).

Se produce una evolución de la práctica cuando las concepciones de los profesores están alineadas con los fines desarrollados profesionalmente o cuando los profesores están simplemente insatisfechos consigo mismos (Lotter et al., 2007). En general, una persona satisfecha consigo misma no cambia. Esta persona no necesita cambiar. Sin embargo, la persona que reconoce a donde ha llegado y cuánto le falta por mejorar, esta persona cambiará por ser mejor, actuar mejor, pensar mejor, en una palabra, estará en disposición de cambiar a mejor.

Los profesores recién licenciados terminan sus estudios con conocimientos de la enseñanza, pero necesitan profundizar en el conocimiento procedimental pedagógico. Estos profesores construirán el conocimiento procedimental reflexionando su práctica y reflexionando con otros profesores. Estas reflexiones ayudan a aumentar los propios conocimientos pedagógicos de los profesores (Pirkle & Peterson, 2009).

El comentar con otros profesores las experiencias, ayuda a mejorar las prácticas de los profesores (Liaw, 2009). Al colaborar los profesores con otros profesores se comparten las experiencias y se enriquecen las estrategias necesarias ante repetidas circunstancias.

Aquel que se examina adquirirá la capacidad para examinar mejor a los demás. En la reflexión de los profesores destaca el interés de los profesores (Dori & Herscovitz, 2005) por evaluar a los estudiantes. El interés o la motivación de los profesores sobre los estudiantes crean la curiosidad para desear saber lo que han aprendido los estudiantes y si sus habilidades han aumentado. Para ello, los profesores han de ser conscientes del efecto que producen en los estudiantes.

7. El trabajo eficaz

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Una de las características del buen profesor es realizar un trabajo eficaz. Entendiendo por trabajo eficaz aquel del cual se obtiene buen fruto abundante, aunque no siempre se logre al instante. Si el profesor pretende que los estudiantes reaccionen instantáneamente puede frustrarse. Algunos estudiantes con alta capacidad en determinadas materias comprenderán con rapidez los conocimientos que el profesor le transmita y podrán mostrarlo en poco tiempo, pero los estudiantes normales necesitarán un tiempo para comprender cuantos conocimientos les llegan y otro tiempo para dominar esos conocimientos. El buen profesor sabe esperar con alegría como el agricultor sabe esperar que nazca la semilla que planta y la vigila, la cuida, le quita las malas hierbas que nacen a su alrededor. Los estudiantes también necesitan de esta atención para no distraerse y para no malgastar sus energías en ideas inconvenientes.

Si los estudiantes tienen confianza con el profesor podrán hablar con libertad sobre todo aquello que les intrigue y el buen profesor podrá ayudarlos a discernir qué merece la pena indagar y qué obviar. La actitud del buen profesor hacia el trabajo es la de un profesional organizado, trabajador, con buenos planes y que siempre está disponible para los estudiantes y sus compañeros de trabajo y además, disfruta enseñando (Fajet et al., 2005). El buen profesor reflexiona sobre su eficacia. Los estudiantes del profesor eficaz aprenden. Parece trivial, pero no sucede siempre, según lo manifestado por las investigaciones de las organizaciones tratadas en el primer capítulo de esta tesis.

Se ha investigado bastante con el propósito de entender lo que significa ser un profesor efectivo (Frymier, 2005; Metallidou, 2009; Woolfolk-Hoy et al., 2006) con el propósito de que los profesores adquieran las habilidades para una enseñanza efectiva (Fives & Buehl, 2008). Existe cierto consenso en que el grado en que los profesores promueven el aprendizaje de los estudiantes podría ser tomado como un indicador de la calidad de la enseñanza (Retelsdorf & Günther, 2011). A mejor calidad educativa, mayor efectividad y mejores resultados mostrarán los estudiantes.

Un ejemplo es el estudio de Mbuva et al. (2009), que consistió en un primer intento de exploración de las habilidades necesarias para que un profesor llegue a ser efectivo en la escuela pública. Mbuva et al. (2009) encontraron que los profesores mejoraron la enseñanza

El buen profesor

gracias a sus habilidades de comunicación. Por ejemplo, la llegada de nuevos estudiantes de familias inmigrantes a las clases motivó que los profesores necesitasen comunicarse efectivamente con los estudiantes que no dominaban el idioma. El anterior es un ejemplo más de la necesidad de adaptación ante las nuevas situaciones de la enseñanza. Los profesores efectivos necesitan adaptarse constantemente (Ben-Peretz, 1990; Brown, 2009; Remillard, 2005) a inesperadas situaciones.

La habilidad de aplicar el conocimiento tanto a las situaciones del mundo como a las demostraciones analíticas y el dominio del conocimiento de la materia son las características adecuadas de un profesor eficiente (Brown, 2000). El profesor eficiente está convencido de poder influir en cómo los estudiantes aprenden, incluso en aquellos estudiantes difíciles o que están desmotivados (Guskey & Passaro, 1994). Si el profesor no espera que los estudiantes adquieran los conocimientos, difícilmente se esforzará al máximo por transmitir los conocimientos que debería enseñar. Por tanto, un paso previo para los profesores que pretendan ser eficientes sería autoanalizarse.

Bandura (1981) define la autoeficacia como el juicio acerca de lo bien que se puede organizar y dar los cursos necesarios para hacer frente a las situaciones ambiguas, impredecibles y estresantes. Esta definición es muy general. La escala más apropiada depende de lo exigente que sea el profesor. Un profesor puede creerse que es altamente eficaz al considerar que actúa perfectamente como profesor, sin embargo, si se comparase con el buen profesor, con Jesucristo, podría juzgar con mayor claridad cuánto le falta para actuar como Jesucristo actuaba.

Para Ware & Kitsantas (2007), una alta autoeficacia se asocia a un mayor compromiso profesional con la docencia. Al aumentar el compromiso de querer actuar como un buen profesor, aumentará la autoeficacia del profesor. El aumento de la efectividad de los profesores es uno de los componentes de los programas de desarrollo pedagógico (Pirkle & Peterson, 2009).

Una enseñanza efectiva requiere de conocimientos curriculares y de contenido pedagógico (Schroeder, Scott, Tolson, Huang y Lee, 2007; Shulman, 1986). Según la teoría de la autoeficacia de Bandura (1977), el propio comportamiento puede mejorarse. Bandura revisó el comportamiento de los profesores y encontró que el conocimiento de

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

la autoeficacia de los profesores varía de un profesor a otro profesor. Cada profesor tiene sus propias características, como su forma particular de entender la enseñanza. Con la experiencia propia, el profesor va formando su manera de ejercer como profesional. Hay profesores que se creen eficaces como transmisores del conocimiento, aun cuando la opinión de sus estudiantes sea diferente. Las creencias sobre la eficacia de los profesores están influenciadas por las bases sociales y culturales, por los programas, por el contexto de los estudios y por las experiencias.

Los profesores de ciencia en formación tienen varios desafíos, entre el que se encuentra enseñar ciencia con efectividad (Appleton, 2006; Darling–Hammond & Bransford, 2005; Davis, 2006). Para enseñar con efectividad la ciencia, los profesores tendrían que desarrollar sus conocimientos profesionales sobre el contenido de ciencia, las prácticas científicas y la naturaleza de la ciencia (National Research Council, 2007). Al mismo tiempo, los profesores en formación deberían desarrollar estrategias (Feiman-Nemser, 2001) y una visión profesional para enseñar con efectividad (Hammerness et al, 2005; Schwarz, 2009).

8. Ambiente creado por el profesor

Para Da–Silva et al. (2008), los estudiantes valoran el grado del buen profesor, según el ambiente que el profesor genera. Los profesores comprometidos en el trabajo emocional, cuando manejan sus propios sentimientos, adoptan diferentes roles en el aula, crean y mantienen un clima emocional positivo en la clase (Ritchie et al., 2011). El clima positivo está relacionado con mejores resultados académicos de los estudiantes, reducción de internalización de trastornos de la conducta, mejor competencia social y emocional de los estudiantes, mayor compromiso y motivación para aprender, reducción de profesores víctimas y mejor asistencia (Harvey et al., 2012).

El contagio de la emoción se ha vinculado a los resultados emocionales de los estudiantes (Harvey et al., 2012; Mottet & Beebe, 2000). En la investigación de Ritchie et al. (2011) se encontró que la energía emocional positiva se logra a través de las cadenas de interacción exitosa reproducidas en el aula del profesor. Es probable que el comportamiento amistoso desencadene una reacción del medio ambiente y el comportamiento enojado evoque una reacción enojada.

El buen profesor

En la dimensión de control, el comportamiento dominante probablemente invite a respuestas contrastantes, sumisas y viceversa (Mainhard et al., 2012).

Otro ejemplo en la misma línea se encuentra en los estudios de Demetriou & Wilson (2009), quienes han dado gran importancia a mantener un sentido del humor en la interacción por la energía emocional positiva que se establece en la buena relación con los estudiantes. Independientemente de su contenido, las interacciones en la clase se observaron con éxito sólo cuando los profesores y estudiantes produjeron conversaciones. Estas exitosas interacciones también pueden ser reconocidas desde fuera del grupo por el foco común de los participantes, la sincronía de los gestos y expresiones faciales, la risa y la energía emocional positiva. (Collins, 2004; Ritchie et al., 2011).

9. Dimensión ética de las características del buen profesor

Quizá llegados a este punto podríamos resumir todo lo que se viene tratando acerca de las características del buen profesor en la propuesta que lleva a cabo Altarejos (2003)

Dimensión ética de las características del buen profesor
Competencia: Saber obrar y hacer ante lo imprevisto
Iniciativa: Imaginación, audacia
Responsabilidad: Hacerse cargo. Actualización
Dedicación: “Estar por” (el sujeto). Intensidad en el <i>tiempo</i>
Compromiso: “Exceso esencial” en la labor Autoexigencia

Fuente: Altarejos, F. (2003)

Esas cualidades del buen docente son el modo de ser que se va configurando en el profesor por el ejercicio docente y que se manifiesta en su coherencia de vida, dándose cuenta que su trabajo le es de gran utilidad para avanzar en su propia humanización o crecimiento personal (Townsend, 2011). Una educación será de calidad si en las instituciones educativas los profesores consiguen que su propia tarea sea un acto ético (Cardona 2001: 19). Cultivando su

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

carácter docente y asumiendo un compromiso en la tarea desempeñada será un profesional ético y eficaz.

La acción educativa del buen profesor, está enmarcada dentro de la tarea de buscar que el alumno adquiera capacidad para autogobernar su propia vida, lo que le lleva a una constante y permanente dedicación para que el mismo alumno, reforzado en su acción, logre la mejora personal. Y esto es posible porque por el hecho de ser enseñante el docente adquiere una autoridad y una responsabilidad ante el alumno. Autoridad que se refleja en el proceso de aprendizaje del alumno, quien pone todos los medios para seguir las enseñanzas del profesor e intenta conocer lo que su maestro le enseña desde un contexto concreto.

El profesor que tiene autoridad es aquel que cultiva esas cualidades éticas. Es decir, quien cultiva las virtudes propias que configuran esas cualidades profesionales y le otorgan la autoridad reconocida por su saber y por su saber hacer el bien. Así entendida la autoridad, sí que podríamos decir que es suficiente, siempre y cuando el profesor sea consciente de que el cultivo de esas virtudes es esencial al desarrollo de su trabajo y le acompaña durante toda la vida. Queremos incidir en que junto al desarrollo de las cualidades profesionales, están las cualidades humanas que se encuentran íntimamente vinculadas a las cualidades profesionales.

De un modo sintético podríamos señalar una propuesta que configura las virtudes fundamentales de ese buen profesor. Son las siguientes:

Virtudes Fundamentales			
Virtudes Básicas		Virtudes Superiores	
Templanza	Fortaleza	Justicia	Prudencia
Humildad Mansedumbre Estudiosidad	Valentía Audacia Perseverancia Paciencia	Equidad Veracidad Rectitud	Sagacidad <i>Circumspección</i> Docilidad

Fuente: Altarejos 2003: 117

El buen profesor

La propuesta señalada no olvida que las virtudes que configuran ese entramado de las cualidades del buen profesor pueden ser discernibles teóricamente, pero indisociables en la práctica (Sumsion 2000). Pero conviene hacer unas matizaciones que han de estar presentes para una mejor comprensión de las virtudes como configuradores de esas cualidades (Altarejos 2003: 117-118):

No son exclusivas del buen profesor. Efectivamente, algunas, e incluso muchas, pueden conformar las cualidades de otras profesiones, pero no tendrán el mismo nivel de prioridad o precedencia.

Estas virtudes deben ser consideradas en su conjunto. Al tratar de las virtudes del profesor, ninguna de ellas puede ser considerada por separado, ni tampoco la selección de las que puedan considerarse más valiosas o estimables, podrán definir por sí solas las cualidades del buen profesor; de lo contrario se renunciará a la unidad de la vida ética que reclama toda profesión para promover eficazmente la integración personal, esto es, la humanización de la vida laboral.

No son las únicas en cada profesional. Además de las virtudes que conforman las cualidades del buen profesor, cabe la posibilidad de que se desarrollen personalmente otras virtudes, e incluso parece que debe ser así. El ser humano es persona, y como tal excede esencialmente las condiciones materiales y formales de una actividad, por abarcante e intensiva que ésta sea. Hay unas cualidades propias del profesional, pero debe realizarse desde las cualidades personales. Esto no sólo supone la modulación de los hábitos profesionales como tales, sino también el desarrollo de algunos otros como aportación subjetiva al quehacer profesional: son los que definen el estilo personal dentro de las cualidades profesionales.

Las virtudes que conforman las cualidades del buen profesor son especificaciones de las virtudes humanas. Conviene tener presente que la profesión no abarca todas las dimensiones de la existencia; el profesional actúa también en otros ámbitos que conllevan otras posibilidades de desarrollo habituales. Por otra parte, la profesión emplaza de alguna manera a todas las facultades propiamente humanas; de no ser así, el trabajo será deshumanizador, pues atentará contra la integridad y la unidad de la persona (Caza, Barker and Cameron, 2003). Así, los hábitos profesionales pueden contemplarse

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

como concreciones, como especificaciones de las cualidades humanas comunes.

De acuerdo con estas especificaciones queda patente que la propuesta señalada acerca de las virtudes que acompañan las cualidades del buen profesor puede ser ampliada, básicamente porque en la práctica es indiscernible la cualidad del buen profesor de la cualidad humana, y porque la impronta personal en lo realizado depende básicamente de la cualidad humana. He ahí la importancia de resaltar la idea del profesor. Un buen profesor que profesa un saber y transmite lo sabido haciéndose cargo de la situación de cada quien, atendiendo a la diversidad de la individualidad de la unicidad personal que es el alumno.

10. El buen profesor pregunta

Llegados a este punto, es preciso que sigamos indagando sobre aquellos aspectos que colaboran nítidamente en el desarrollo y consecución del buen profesor.

Una primera cuestión que se percibe es que el buen profesor pregunta a los estudiantes. El profesor crea preguntas que sirven a una gran variedad de intereses (Elbow, 1983; Helsing, 2007; Lampert, 1999). Por ejemplo, una herramienta educativa es combinar preguntas diferentes, en vez de centrarse sólo en una pregunta exclusiva (Schroeder et al., 2007; Wise, 1996). En vez de contar con unas cuantas preguntas, el buen profesor cuenta con multitud de preguntas. Con el uso de diferentes preguntas pueden conseguirse fines cognitivos y metacognitivos (Marzano, 1998). Un fin del buen profesor es que los estudiantes alcancen altos grados de cognición. El profesor influye en los niveles cognitivos de los estudiantes, de acuerdo con Dori & Herscovitz (2005). El profesor puede llegar a motivar al estudiante a aprender usando las preguntas apropiadas (Wheatley, 1991; Windschitl, 2002).

El buen profesor domina la materia que necesitan adquirir los estudiantes y ha alcanzado el conocimiento didáctico necesario para colaborar con los estudiantes en la construcción de los contenidos mediante el uso de preguntas. El buen profesor adquiere sus bases educativas recogiendo información, poniendo en práctica los saberes adquiridos, reflexionando, colaborando con otros profesores e

El buen profesor

investigando. Además, implementa nuevos comportamientos en la clase, observando y preguntándose por sus efectos (Helsing, 2007).

Por contar con el conocimiento didáctico necesario, el buen profesor dispone de varios tipos de preguntas. La diversidad de las personas ante las que se encuentra el profesor lo enriquece, ampliando las formas de preguntar que conoce. Con los cambios y la interacción con los estudiantes, el buen profesor aumenta su colección de preguntas, perfeccionando y actualizando sus saberes didácticos iniciales.

El uso de preguntas, especialmente preguntas diseñadas para que los estudiantes hagan una predicción que posteriormente puedan comprobar, estimula el interés sobre las actividades (Jung, 1984; Minstrell, 1992). Windschitl (2004) propone un modelo basado en preguntas. Como primer paso se selecciona un modelo de prueba, luego se observa y se desarrollan cuestiones hasta crear una o varias hipótesis. En el siguiente paso se vuelven a desarrollar cuestiones hasta diseñar una investigación y analizar los datos de dicha investigación. Los resultados obtenidos se comparan con los esperados y se revisa el modelo de prueba.

Las preguntas pueden ser muy variadas. Oliveira (2010) diferencia tres tipos de preguntas: comprobación de la comprensión, comprobación de la confirmación y clarificación de las ideas. Con las preguntas de comprobación de la comprensión, los profesores comprueban si los estudiantes han entendido los contenidos. Este tipo de preguntas sirven para asegurar si los estudiantes han recibido la información. En las preguntas de comprobación de la confirmación, los profesores preguntan para asegurarse la atención de los estudiantes, los cuales responden afirmativamente o negativamente.

Por último se encuentran las preguntas para clarificar las ideas. En este tipo de preguntas, el profesor repite la información previa con otras palabras para comprobar si los estudiantes han captado aspectos no mencionados al transmitir los conceptos previos. El buen profesor no se decanta por un único tipo de preguntas. Además de la comprobación de la comprensión y de la confirmación, también pregunta para clarificar los conceptos tratados.

Los profesores deberían promover las preguntas que ayuden a los estudiantes a predecir los fenómenos físicos, porque la predicción

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

puede ayudar a aclarar un significado, a justificar la respuesta particular del estudiante o a interpretar las observaciones. Para que estas preguntas sean efectivas, el profesor debería permitir intervalos de tres a cinco segundos de tiempo de espera (Rowe, 1974), dando tiempo suficiente al estudiante para desarrollar su predicción, porque de acuerdo con Giles (2010), para enseñar se debe dar tiempo para aprender.

Los tiempos de espera no tienen por qué ser momentos irreflexivos, todo lo contrario, mientras se espera pueden reflexionarse aspectos relacionados con la pregunta realizada, los gestos de los estudiantes, el interés por la respuesta más idónea e incluso el centrar la mente en algo útil. La espera aumenta el nivel cognitivo de las preguntas del profesor y la participación de los estudiantes aumenta cuando los profesores no juzgan las respuestas de los estudiantes (Blanchard et al., 2009; Carlsen, 1991). En este caso, habría una atmósfera de respeto entre los estudiantes y entre los estudiantes y el profesor. Por tanto, se deberían respetar las ideas (Minstrell, 1992) de todos los estudiantes. Antes de rechazar o aceptar esas ideas, los profesores las deberían de investigar, preguntándose a sí mismos y a otros profesores (Wells, 1999) las cuestiones críticas para mejorar sus prácticas. Preguntando y dirigiendo estas cuestiones críticas se logran las diferentes creencias y acciones de cada persona.

Los profesores preguntan de forma natural o dominante dependiendo de sus conocimientos y personalidad. Un profesor que pregunta de forma dominante puede hacerlo para suplir su falta de conocimientos. Cuando un profesor con pocos conocimientos pregunta de forma dominante, los estudiantes preguntan menos (Carlsen, 1991). En este caso, los estudiantes son conscientes del escaso nivel de conocimientos del profesor y no esperan obtener respuestas aceptables.

El profesor que conoce la verdad es consciente de cuánto le falta por saber y pregunta con humildad. Los estudiantes ante profesores humildes actúan con humildad, porque la humildad no es sinónimo de debilidad. Se puede ser humilde y firme al mismo tiempo. El profesor dudoso genera dudas y los estudiantes se pierden, no saben dónde apoyarse. Es preferible un profesor dominante a uno dudoso, porque los estudiantes no confiarán en el profesor dominante, pero algunas ideas firmes sí podrán adquirir.

11. Comunicación entre el profesor y los estudiantes

El buen profesor pregunta a los estudiantes para que conozcan sus propias ideas. Conoce los métodos para explorar las ideas de los estudiantes. Las ideas de los estudiantes son sus bases. El buen profesor determina el nivel de conocimiento en el que se encuentran los estudiantes. Partiendo de este conocimiento base, el profesor puede colaborar con los estudiantes en el aumento de los conocimientos.

Es importante tener presente los intereses de los estudiantes, porque conocidas sus motivaciones se puede colaborar con ellos en la adquisición y el aumento de los conocimientos. Por ejemplo, en 1969, un profesor de magisterio se percató de que los estudiantes consideraban incompleta su formación (Elliot, 1990), por la falta de saberes necesarios para desarrollarse en la sociedad en la que estaban inmersos. Cuando el profesor diagnostica las situaciones, entonces es cuando está en disposición de adaptarse al mundo de los estudiantes (Feito, 2004) y por tanto, puede valorar el aprendizaje de los estudiantes (Graham, 2005) y las cuestiones que plantean (Haney & Mcarthur, 2002).

El buen profesor integra los saberes disciplinares, cotidianos y ambientales de forma que el aumento del conocimiento escolar se realiza de forma progresiva y evolutiva, considerando los esquemas alternativos de los estudiantes, tanto en el conocimiento como en el aumento de ese conocimiento. En pedagogía, el conocimiento también es nombrado como contenido. Existen tres tipos de contenidos: los conceptuales, los procedimentales y los actitudinales.

Los contenidos conceptuales son los referentes a los principios, los hechos y los conceptos. Los procedimentales son los referentes a las estrategias, las habilidades y las destrezas. Los contenidos actitudinales son los referentes a los valores, las normas y las actitudes.

Los profesores suelen explicitar el contexto en el que sus trabajos se realizan, desafiando los éxitos que dirigen, centrando la atención en el conocimiento que es relevante y reconociendo las acciones que realizan y que pueden ser evaluadas y reformadas (Nelson, 2009; Sirotnik, 1988). La elaboración de los significados comienza con los hechos observados y el nuevo conocimiento se

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

construye al lograr percibir una nueva regularidad o nuevas relaciones entre las regularidades conocidas anteriormente (Novak, 1991). Con esta idea se diseñan estrategias, capaces de ayudar a los estudiantes a comprender la naturaleza del conocimiento y su construcción. La construcción del conocimiento depende del proceso de negociación (Edwards & Mercer, 1987). Por tanto, el aprendizaje tiene una dimensión interaccionista y el conocimiento se construye con las relaciones que involucran (Mortimer, 1996).

11.1. El método interestructurante

El método interestructurante es aquel en el que los factores determinantes de la construcción del conocimiento son las interacciones entre el profesor y el estudiante. En contraposición, existen los métodos heteroestructurante y autoestructurante, donde los factores determinantes de la construcción del conocimiento están exclusivamente en el objeto o en el sujeto.

En el método heteroestructurante, el contenido es impuesto al estudiante, por tanto, el factor determinante está en el objeto. En el método autoestructurante, el estudiante es el artesano de su construcción y el saber depende de sus experiencias (De Longhi, 2000). Por tanto, el factor determinante está en el sujeto, aunque en algunas ocasiones, los estudiantes hablan de lo que hacen en vez de hablar de lo que piensan (Chamoso & Cáceres, 2009; Kehle, 1999).

Los estudiantes juegan un papel activo en su propio aprendizaje y deben trabajar juntos para resolver los problemas mientras discuten y debaten. Para Palinscar (1998), Tobin & Tippins (1993), el papel del profesor consta de tres acciones: determinar las concepciones de los estudiantes, proporcionar una sensación concreta de decisiones que se refieren a las actividades de esas concepciones y facilitar las discusiones de interpretación sobre el tema.

11.2. El conocimiento metacognitivo

En general, el conocimiento metacognitivo es el conocimiento que está en la memoria y los recuerdos que la persona sabe o cree sobre sí mismo y los otros, sus relaciones con varias tareas cognitivas, metas, acciones o estrategias y las experiencias que ha tenido en relación con ellas (Efklides, 2001; Metallidou, 2009).

El buen profesor

El conocimiento metacognitivo también queda determinado por el conocimiento declarativo, el conocimiento procedimental y el conocimiento condicional. El conocimiento metacognitivo declarativo se refiere al conocimiento sobre sí mismo y la mente. El procedimental es el conocimiento de cómo realizar las actividades, por eso incluye el conocimiento de las estrategias. Para completar el concepto del conocimiento metacognitivo falta indicar que el condicional se asocia con el conocimiento del porqué y del cuándo usar el conocimiento declarativo y el procedimental (Schraw, 1988). Desde que se conoce una idea hasta que se pone en práctica, existe un tiempo de tránsito. Esto es debido a que los procesos de regulación de resolución de problemas son distintos del conocimiento metacognitivo general (Kramarsky & Mevarech, 2003).

Según un acuerdo entre investigadores educacionales y psicólogos, la metacognición se define como el conocimiento de la cognición y regulación de la cognición (Brown, 1987; Flavell, 1979). Con respecto a las estrategias del conocimiento metacognitivo, el conocimiento declarativo de la cognición no es suficiente. Al conocimiento declarativo le debe seguir el procedimental, es decir, el saber aplicar las estrategias para investigar la solución al problema. Finalmente se debe considerar también el conocimiento condicional, que determina el por qué y el dónde aplicar cada una de las estrategias, como por ejemplo la selección de las estrategias apropiadas para diferentes problemas y la evaluación de las efectividades de cada estrategia (Cleary & Zimmermann, 2004; Sperling et al., 2004).

El conocimiento metacognitivo también se refiere a las creencias de los estudiantes como los recuerdos de la frecuencia, la eficacia y la facilidad de la aplicación de varias estrategias generales de resolución de problemas en diferentes situaciones. Las experiencias previas que los estudiantes tuvieron con diferentes estrategias forman parte de los conocimientos metacognitivos de esas estrategias (Pintrich, 2002; Schraw & Dennison, 1994).

Una estrategia para resolver un problema implica tres clases de preguntas metacognitivas (Metallidou, 2009). Una pregunta metacognitiva se refiere a cuestiones de comprensión, que consisten en encontrar las ideas principales del problema. Otra pregunta metacognitiva trata de las conexiones para construir puentes entre el

problema, que se quiere resolver y los problemas, que se resolvieron en el pasado. La tercera pregunta metacognitiva desarrolla las estrategias para seleccionar las apropiadas a cada problema. Según Choi et al. (2011), Shin et al. (2003), los investigadores han enfatizado que el aspecto de la regulación de la metacognición juega un papel importante en la comprensión de la ciencia y la decisión de las estrategias más adecuadas para resolver problemas complejos no rutinarios.

11.3. Acomodación

Los estudiantes usan conceptos para tratar con fenómenos nuevos (Posner et al., 1992). Esta actitud inicial del cambio conceptual ante los fenómenos nuevos se conoce como asimilación. Sin embargo, en muchas ocasiones, la asimilación no es suficiente, porque los conceptos usuales de los estudiantes son inadecuados para permitirles el éxito con los fenómenos nuevos. Entonces los estudiantes deben reemplazar o reorganizar sus conceptos. Esta forma más radical del cambio conceptual se llama acomodación.

Una condición para la mayoría de los casos de acomodación es la insatisfacción con los conceptos. Generalmente, a los científicos y a los estudiantes no les gusta modificar sus conceptos. Cuanta más testadura es una persona, más inamovibles tiene sus ideas y si alguna de esas ideas es falsa, difícilmente la modificará.

El buen profesor es capaz de hacer cambiar sus ideas por otras mejores. Toda idea equívoca es modificable por una verdadera. El problema más bien radica en querer descubrir la verdad. La verdad no se impone, se defiende por sí misma, tan sólo se debe dar a conocer con agrado y esperar.

Los problemas que presentan los estudiantes ante las nuevas teorías científicas son similares a los problemas de los científicos antes de encontrar esas teorías (Risch, 2010). Antes de que una acomodación ocurra, es razonable suponer que un individuo debe haber reunido un puzzle irresoluble y encontrarse sin capacidad para resolver los problemas con los conceptos usuales.

Existe un cuerpo de la literatura en Psicología (Berlyne, 1965; Kuhn, 1972; Smedslund, 1961) y la educación de la ciencia (Driver, 1973; Stavy & Berkowitz, 1980) sobre el uso del conflicto conceptual

El buen profesor

o cognitivo para el desarrollo del pensamiento y el cambio conceptual. El cambio conceptual ha de darse para el proceso complejo del aprendizaje de la ciencia. Por tanto, sería necesario desarrollar técnicas de evaluación para ayudar al profesor en los complejos procesos del cambio conceptual de los estudiantes (Posner & Gertzog, 1982). En el cambio conceptual, los estudiantes modifican, refuerzan o reorganizan alguna de sus creencias. De esta forma, los estudiantes reconstruyen gradualmente su conocimiento del mundo.

Para el cambio conceptual, Anderson (1992) considera como primer paso que los estudiantes empiecen a pensar y comentar sus propias explicaciones. El segundo paso consiste en que el profesor comente la teoría científica relacionada con lo indicado por los estudiantes.

Finalmente, el tercer paso conlleva que los estudiantes apliquen los principios científicos y los integren en su conocimiento científico y personal. La explicación de la secuencia anterior está basada en que los estudiantes deben tener experiencias relacionadas con las teorías científicas. Una teoría científica es más aceptada si es consistente con el conocimiento del estudiante en el momento de exponerla. Un ejemplo podría ser el rechazo inicial de la teoría heliocéntrica, es decir, la teoría del movimiento de los astros alrededor del sol, apoyada por Galileo, cuando la teoría aceptada por la mayoría de las personas en ese momento era la teoría geocéntrica, la cual defendía que los astros se movían alrededor de la tierra. Sin embargo, la teoría heliocéntrica terminó siendo aceptada, por ser la real.

11.4. El diálogo

El diálogo es un elemento clave para comprender (Brown & Clement, 1989; Dagher, 1995; Oliva et al., 2007; Yerrick et al., 2003). Por esta razón, el buen profesor habla con sus estudiantes (Enger & Yager, 2001). El buen profesor escucha a los estudiantes, dialoga con ellos de forma natural y con libertad. Cuando los estudiantes aportan mejoras considerables, el buen profesor las tiene en cuenta. Cuando ambos llegan a un acuerdo, entonces se finaliza el diálogo de ese punto para comenzar el de un nuevo punto a tratar, por lo que el profesor no impone su criterio, sino que reflexiona las ideas que los estudiantes comentan.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Los estudiantes se sentirán valorados por el profesor y tomarán más en serio lo que dirán en las clases, lo pensarán antes de hablar, porque no querrán quedar en evidencia ante sus compañeros. Ya no necesitarán llamar la atención con banalidades. Trabajarán por influir en el diálogo generado en las clases.

Los profesores que usan los diálogos influyen en la enseñanza de sus estudiantes (Feiman-Nemser, 2001). Un ejemplo son los profesores de la investigación de Mbuva et al. (2009), quienes mostraron que las habilidades para dialogar fueron muy efectivas en la comunicación con los estudiantes y les permitió continuar su enseñanza. La negociación es la clave, para que tanto los profesores como los estudiantes lleguen a un acuerdo. De esta forma, estarán ambos colectivos, el del profesor y el de los estudiantes, trabajando en un interés común, acordado entre ambos.

Para la negociación es necesario encontrar el punto de inflexión, que permita a los estudiantes acoger con agrado los conocimientos básicos necesarios y acordados por ambos colectivos. En las entrevistas de la investigación de Liaw (2009), los profesores comentaron el impacto del diálogo con respecto a su creciente confianza en el conocimiento de la clase. El análisis de los diálogos durante las clases y las entrevistas al final del curso ayudaron a los profesores a mejorar sus conocimientos de la clase y a planear las lecciones prácticas y los puntos de vista de la enseñanza de la ciencia efectiva.

Otro ejemplo lo aporta Van Zee (2000), quien promocionó diálogos basados en la investigación. Los estudiantes que participaron en los diálogos generados durante la investigación mejoraron sus niveles de conocimiento. Para Van Zee, las interacciones de los estudiantes son como un despliegue de muchos aspectos del pensamiento crítico y lógico como por ejemplo el proponer explicaciones, predicciones e interpretaciones y el considerar explicaciones alternativas (Blanchard et al., 2009).

En los diálogos entre el profesor y los estudiantes pueden aparecer las analogías, porque ayudan a la comprensión y al desarrollo de las nociones abstractas. De acuerdo con Oliva (2004), la analogía se define como la comparación entre los fenómenos que mantienen una cierta semejanza a nivel funcional o estructural.

El buen profesor

Una propiedad de la analogía es promover la comparación entre la evidencia y lo esperado (Windschitl, 2004), para que los estudiantes tomen conciencia de sus conocimientos y progresen en la construcción de dichos conocimientos. Quien tiene una cierta idea de cuánto sabe, puede empezar a darse cuenta de cuánto le falta por saber y empezar a interesarse por menguar dicha diferencia.

La persona que se miente al decirse que sabe algo nunca estará dispuesta a querer aprender más de ese algo. Por eso es crucial reconocer lo poco de algo que se puede saber. El profesor que piensa que cuando consigue el título de profesor ya sabe todo lo que se necesita conocer para enseñar está en un inmenso error y no podrá avanzar en mejorar su forma de enseñar.

El uso de las analogías es importante para aproximarse a la solución de los problemas de física (Rojas, 2009). Mualem & Eylon (2010) apoyan la creencia de que los estudiantes actúan como actúan los expertos ante un problema nuevo. Primero deciden el conocimiento analógico para resolver un problema parecido y una vez resuelto intentan aplicarlo al problema por resolver. Debido a la importancia de las analogías en la construcción de los conocimientos, el profesor bueno las usa. De acuerdo con las evidencias de la investigación de De Antonietti et al. (2000), la analogía es la estrategia más eficiente y fácil de aplicar (Guss & Wiley, 2007). Esta evidencia es esperada, porque la aplicación de la analogía no requiere de ninguna regla específica.

Según Genter & Holyoak (1997) los razonamientos analógicos son como un mecanismo cognitivo poderoso en el corazón del desarrollo cognitivo. Los razonamientos analógicos son mecanismos centrales del aprendizaje para todas las edades (Brown & Clement, 1989) y son herramientas de instrucción de las áreas (Nichols & Mittelholtz, 1997). Resumiendo, los razonamientos analógicos son estrategias para el desarrollo cognitivo y por tanto, para el aprendizaje y deberían usarse en las actividades.

Un ejemplo del uso de los razonamientos analógicos lo aporta Metallidou (2009), quien encontró que los estudiantes de su investigación se acercaron a la resolución de los problemas y las estrategias efectivas, mediante el uso de los razonamientos analógicos aplicados en su investigación.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Otro ejemplo interesante con respecto a la analogía lo aportan Guss & Wiley (2007), quienes encontraron diferencias en la eficacia de la analogía con los estudiantes ingleses de diferentes niveles culturales. Para valorar mejor el uso de esta estrategia, Guss y Wiley compararon con estudiantes brasileños, indios, italianos y griegos obteniendo el mismo resultado. La valoración de las investigaciones encontradas en la literatura con respecto a las analogías muestra la eficacia del uso de esta estrategia.

La argumentación se refiere a los procesos de una discusión crítica para resolver diferentes opiniones (Eemeren & Grootendorst, 1992) y a las conclusiones que se construyen durante las preguntas (Johnson, 2002; O'Keefe, 1982). La argumentación en la ciencia se define como un conocimiento de construcción y validación de la práctica en que los individuos intentan establecer o validar una conclusión, explicación, conjetura u otro tipo sobre la base de razones (Sampson & Clark, 2009, 2011; Sampson & Blanchard, 2012).

En el contexto diario, la argumentación se suele describir como un proceso de debate o una discusión entre las personas con diferentes puntos de vista. Las personas adultas saben justificar, defender y atacar un punto de vista durante una conversación, porque este tipo de actividad les permite resolver los conflictos o alcanzar varios fines (Eisenberg & Garvey, 1981; Schwarz & Glassner, 2003; Stein & Bernas, 1999; Stein & Miller, 1991). De hecho, los estudiantes que usan la argumentación descubren su utilidad para apoyar sus ideas durante las conversaciones, que se centran en los temas diarios (Baker, 1999; Pontecorvo & Girardet, 1993; Resnick et al., 1993; Sampson & Clark, 2009).

Los profesores que ayudan a los estudiantes a desarrollar modelos explicativos basados en la evidencia y en las principales ideas teóricas de la ciencia pueden crear entornos de aprendizaje donde los estudiantes se involucren en el discurso disciplinario productivo, el desarrollo y el perfeccionamiento como una buena teoría, modelo, explicación o argumento (Braaten & Windschitl, 2011).

La argumentación beneficia el aprendizaje. Un ejemplo se encuentra en Duschl & Osborne (2002), quienes propusieron algunas sugerencias para los medios del aprendizaje constructivo, donde la argumentación se practicaba en servicio del aprendizaje. Los

El buen profesor

estudiantes que desarrollan argumentos de calidad, mejoran sus diálogos, experimentan más su aprendizaje y comprenden mejor los problemas.

Los estudiantes usan la argumentación cuando construyen explicaciones (Bielaczyc & Blake, 2006). Coleman (1998) examinó las explicaciones de los estudiantes de ciencia como parte de un estudio sobre el aprendizaje de los estudiantes en las clases de problemas basados en la ciencia, sin embargo, las explicaciones que se examinaron, no eran explicaciones científicas. Por el contrario, a los estudiantes se les pidió que explicaran sus razones para pensar que una determinada respuesta a una pregunta se justifica, para defender por qué creían que sus respuestas eran correctas, o para reflexionar sobre los cambios en su pensamiento a través del tiempo (Braaten & Windschitl, 2011).

La argumentación es básica para la práctica científica, porque los científicos argumentan estructuras y evidencias, construyen hipótesis y discuten explicaciones alternativas (Kuhn, 1993). Los argumentos científicos se refieren a la aplicación de la previsión de la evidencia, la consideración de los contra-argumentos y las hipótesis rivales (Nussbaum et al., 2008). Incluso en las comunidades científicas, las explicaciones se desarrollan a través de la argumentación (Berland & Reiser, 2009). Las explicaciones y los modelos de los fenómenos científicos se construyen a través de discursos sociales en los cuales las explicaciones y los modelos son cuestionados, evaluados y revisados.

Un punto de vista de la argumentación en ciencia consiste en considerarla como una construcción del conocimiento (Sampson & Clark, 2009). Mediante la práctica de la argumentación se proponen, apoyan, critican y delimitan las ideas de las personas para tomar sentido del mundo natural (Driver et al., 2000; Kuhn, 1993). Esta perspectiva describe la argumentación en ciencia como una práctica que se usa para resolver los problemas y el conocimiento avanzado (Duschl & Osborne, 2002), en vez de como un esfuerzo para justificar o refutar un punto particular (Van Eemeren et al., 2002) o como la articulación de un razonamiento informal (Perkins et al., 1991; Sadler, 2004; Zohar & Nemet, 2002). Esta perspectiva también diferencia entre los términos tales como explicación, argumento y argumentación.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

La explicación describe el fenómeno natural, el argumento justifica una explicación y la argumentación se define como el proceso de generar explicaciones, construir argumentos y criticar los procesos, los contextos y los productos de la investigación. Cuando se conceptualiza de esta manera, la argumentación puede verse como una actividad personal, a través del pensamiento y la escritura o como una actividad social que tiene lugar en un grupo (Driver et al., 2000; Sampson & Clark, 2009).

Según las organizaciones de la AAAS y la NRC, los esfuerzos de la investigación actual están centrados en ayudar a los estudiantes a desarrollar la argumentación en la literatura científica (AAAS, 1993; National Research Council, 2000). En la literatura científica, la investigación se describe como un proceso de construcción del conocimiento en el que las explicaciones se desarrollan para dar sentido a los datos y lo que representan para una comunidad de expertos. Un indicador de la literatura científica es la habilidad para participar en la argumentación científica productiva. Esta argumentación se define como la habilidad para examinar y aceptar o rechazar las relaciones entre la evidencia y las ideas teóricas (Duschl & Osborne, 2002; Jimenez-Aleixandre, 2000; Kuhn, 1993; Siegel, 1989). A través de esta argumentación científica, los estudiantes pueden ser críticos (Duschl, 2000; Sandoval & Reiser, 2004; Vellom & Anderson, 1999) y pueden aprender a mejorar la producción de la argumentación científica en el contexto de la ciencia (Newton et al., 1999; Simon, Erduran y Osborne, 2006).

La investigación de Sampson & Clark (2009) integró la argumentación científica en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia. Esta investigación se centró en el desarrollo de nuevas prácticas pedagógicas (Duschl et al., 1999; Engle & Conant, 2002; Kuhn & Reiser, 2006; McNeill et al., 2006; Osborne et al., 2004) y en los medios de aprendizaje (Andriessen et al., 2003; Bell & Linn, 2000; Clark & Sampson, 2005; Clark & Sampson, 2006; Goldman et al., 2002; Sandoval & Reiser, 2004; Toth et al., 2002). Las estrategias diseñadas deberían apoyar la argumentación científica para que los estudiantes evaluaran y enjuiciaran los procesos, los contextos y los productos de las investigaciones (Carey & Smith, 1993; Driver et al., 2000; Duschl, 2000; Duschl & Osborne, 2002; Sampson & Clark, 2009).

El buen profesor

Una tarea común para promover a los estudiantes a mejorar la argumentación científica en la clase se ha centrado en proveer oportunidades para que los estudiantes investiguen y tomen sentido de los problemas complejos (Baker, 1999; Coleman, 1998; Devries et al., 2002; Kelly et al., 1998; Kelly & Chen, 1999; Kuhn & Reiser, 2005; McNeill & Krajcik, 2007; Rochelle, 1992). Otra tarea común para promocionar y apoyar la argumentación científica en las clases se ha centrado en el diseño de las actividades que requieren que los estudiantes examinen y evalúen las interpretaciones teóricas alternativas de un fenómeno particular (Monk & Osborne, 1997). Este tipo de acercamiento provee oportunidades para que los estudiantes examinen las aplicaciones competentes, evalúen la evidencia y justifiquen una explicación con argumentos constructivos (Osborne et al., 2004).

Linn & Eylon (2006), White & Gunstone (1992) sugieren que este tipo de acercamiento instruccional no sólo provee oportunidades para que los estudiantes evalúen ideas alternativas, también motiva a los estudiantes a usar evidencias para distinguir entre las ideas con más de un camino racional. Este tipo de acercamiento es un camino efectivo para promocionar el aprendizaje a partir de la argumentación científica (Osborne et al., 2004).

La comprensión de cómo funciona la ciencia proporciona un conocimiento más profundo de la ciencia, del mismo modo, la práctica muestra a los estudiantes cómo identificar y resolver las estructuras lingüísticas, ayuda a los estudiantes a construir sus propios argumentos y explicaciones e identificar las características de los demás (Osborne & Patterson, 2011).

Para Zembal-Saul (2009), la argumentación científica está relacionada con la práctica científica. Por tanto, los estudiantes deberían esforzarse en la argumentación científica (Sampson & Clark, 2009). Sin embargo, la argumentación científica tiene dificultades, porque los estudiantes suelen requerir ayuda en la redefinición de sus ideas (Jimenez-Aleixandre et al., 2000; Kelly et al., 1998; Kuhn & Udell, 2003; Sandoval & Millwood, 2005; Zeidler, 1997). Para dirigir este desafío, Abell et al. (2000), Bell & Linn (2000), Kuhn & Reiser (2005), McNeill et al. (2006), Schwarz & Glassner (2003) han motivado a los estudiantes a trabajar en grupos, lo cual promueve la argumentación científica, porque al colaborar con otros se producen

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

más argumentos científicos, mejorando los resultados del aprendizaje (Sampson & Clark, 2009).

También las naciones parecen considerar la argumentación como un componente importante de la educación de la ciencia contemporánea, cuando la incluyen en los programas (McDonald, 2010). Un ejemplo se encuentra en Europa, especialmente en el Reino Unido, donde la explicación científica desempeña un papel integral en

Los esfuerzos de la reforma de la educación de la ciencia (Braaten & Windschitl, 2011).

12. El buen profesor detecta los problemas

El buen profesor se comunica con los estudiantes y descubre los problemas que tienen. Una manera de comunicarse es preguntando a los estudiantes. Uno de los problemas de los estudiantes de física está relacionado con las concepciones iniciales incorrectas (Driver et al., 1985; MacDermott, 1984). Si en la enseñanza que reciben los estudiantes no se tratan estas concepciones, los estudiantes terminarán las clases sin haber modificado sus ideas (Goldberg & MacDermott, 1987). Un ejemplo son las ideas previas incompatibles con la mecánica newtoniana. Otro ejemplo son los términos "calor" y "temperatura" tan comunes en el vocabulario cotidiano. Los estudiantes suelen ir a la escuela a una edad temprana con las concepciones ya formadas sobre qué significan estos conceptos (Albert, 1978; Clough & Driver 1985; Erickson, 1979, 1980; Paik et al., 2007).

Desafortunadamente, las concepciones anteriores son a menudo incorrectas y tienden a reflejar la teoría del calor del siglo XVIII (Schnittka & Bell, 2011). Si las concepciones alternativas no se abordan en la escuela y si los estudiantes no experimentan formas de cambiar, persistirán hasta la edad adulta (Lewis & Linn, 2003). Estas ideas dificultan el aprendizaje de los estudiantes (Danusso et al., 2010; Hestenes et al., 1992; Risch, 2010). Para que los estudiantes vayan transformando sus ideas y formando los conocimientos de física contemporáneos necesitan una persona, que les guíe con las ideas de la física.

El aprendizaje de la física se realiza a través del proceso de reestructuración del conocimiento, reconociéndose dos clases de transformación conceptual. Una clase de transformación conceptual es

El buen profesor

la diferencia del conocimiento, la cual involucra las piezas del conocimiento desde el principio. La otra clase de transformación conceptual es la coalescencia conceptual, que se refiere a la integración de lo que apareció inicialmente, separando las piezas del conocimiento. Este proceso ha sido importante en el desarrollo de las ideas a través de la historia de la física y con igual importancia aparece en el desarrollo del conocimiento de los estudiantes (Carey, 1987).

Otro de los problemas consiste en el tratamiento de fenómenos naturales como casos ideales. Cuando se eligen los casos ideales, los estudiantes pueden formar ideas de la física separadas de sus experiencias diarias. Por esta razón, los estudiantes deberían considerar la física en el contexto de sus vidas diarias. Parte del valor de las ideas formales de la física consiste en su aplicación de los fenómenos de la vida cotidiana (Minstrell, 1992).

Los estudiantes podrían experimentar la física en los laboratorios con experimentos sencillos. Según Ferreyra & González (2000) y el FOMEC (1995), los laboratorios de enseñanza de la física necesitan mejorar. A finales del siglo XX esta afirmación era correcta, pero ya han pasado casi veinte años y habría que comprobar si los laboratorios han mejorado o si necesitan mejorar. El laboratorio de física investigado en la parte práctica de esta tesis contiene el material necesario para realizar unas buenas prácticas de física. Sin embargo, no es este el lugar apropiado para describirlo. Únicamente se pone como ejemplo de un laboratorio de física con el instrumental adecuado para los experimentos realizados.

Los estudiantes universitarios presentan grandes dificultades para aprender significativamente los conceptos físicos, que se les enseñan (Alurralde et al., 1995; Goldberg & Bendall, 1995; Wainmaier & Plastino, 1995; Wells et al., 1995). Los estudiantes suelen tener dificultades con el aprendizaje de la física (Viennot, 1996) y esto motiva que la despoblación estudiantil en las carreras universitarias de física vaya en aumento (Bandiera et al., 1995; Ferreyra & González, 2000; Siviter, 1994). De entre los escasos estudiantes que eligen las carreras de ciencias, no todos persisten (Tobias, 1992). En otras palabras, los pocos estudiantes, que se atreven a elegir la carrera de física, se encuentran con tantas dificultades, que no todos son capaces de superarlas, por lo que

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

abandonan la carrera de física (Brooks, J. & Brooks, M. 1999). Duran & Burgoon (2009) encontraron que el número de licenciados en física descendió entre 1990 y 2002. Esta ausencia de estudiantes repercute en el cierre de facultades de física. Un ejemplo es el cierre de la facultad de física de Orense.

13. El buen profesor motiva a los estudiantes

La motivación es un estado interno que permite a los estudiantes de ciencia el esfuerzo suficiente como para aprender ciencia (Lee et al., 2011; Reeves & Reeves, 1997). El buen profesor puede llegar a motivar a los estudiantes con preguntas. El buen profesor considera continuamente la motivación de los estudiantes y las actividades específicas de ampliación de sus intereses (Rivero, 1996). El interés es un estado psicológico y una predisposición individual. Cuando un niño está interesado en una actividad o tema, muestra mayor persistencia, compromiso afectivo positivo y la tendencia a dirigir la atención hacia el objeto o evento de interés por encima de otras opciones (Hidi & Renninger, 2006). Los estudiantes interesados en un tema concreto se distraerán menos y estarán más pendientes de cuanto el profesor les enseñe. Por tanto, no es una pérdida de tiempo emplear unos minutos en motivar a los estudiantes antes de tratar un tema. Todo lo contrario, se les prepara para centrar su atención en el tema que se vaya a exponer.

El buen profesor cuenta con una diversidad de actividades, tanto individuales como de grupo, para un proceso de investigación escolar abierto sin pretender reproducir las pautas del “método científico”. El buen profesor motiva a los estudiantes a observar, describir, comparar, predecir, explicar, dibujar y buscar representaciones, que son los hábitos básicos de la mente según Dufresne et al. (2005). Los motivados estudiantes realizarán las actividades con más agrado, las sentirán menos impuestas y disfrutarán del aprendizaje. También los profesores se beneficiarán de la motivación de los estudiantes, pues en vez de ser obstáculos que le impidan el avance de los conocimientos, serán una gran ayuda. E incluso los estudiantes interesados corregirán a quienes interrumpen el seguimiento de la materia. De esta forma coincidirán los intereses de los profesores con los intereses de los estudiantes (Malmberg, 2006).

El buen profesor considera continuamente las actividades para motivar a los estudiantes, porque reconoce la importancia de las

El buen profesor

mismas. Con las actividades adecuadas, el profesor puede identificar las ideas de los estudiantes (Carpenter et al., 1996; Smith & Neale, 1989) y los conocimientos que traen tanto al aula de teoría como al aula del laboratorio. Bates (1987) y Minstrell (1984) consideran que las actividades en los laboratorios tienen un efecto significativo a causa de la posibilidad de relacionarlas directamente con las ideas iniciales de los estudiantes. Además, en el laboratorio, el profesor puede motivar a los estudiantes a comprobar sus ideas. Sin embargo, si la actividad es vista únicamente como una más en una serie de episodios no relacionados con la escuela, los estudiantes no harán la conexión entre sus ideas y las actividades. De aquí procede una de las razones de la negociación de las actividades, es decir, que los estudiantes no las contemplen como una obligación, sino como una propuesta del profesor. Para que los estudiantes vean las actividades de esa forma, el profesor debería asegurarles su imparcialidad en la realización de todas, algunas e incluso ninguna de las actividades propuestas. No bastaría con una presentación de las actividades, el profesor debería explicar los beneficios de realizar cada actividad, para que de esta forma, los estudiantes puedan decidir con libertad si quieren perderse o no esos beneficios.

CAPITULO IV. La investigación: diseño del estudio

En los capítulos anteriores hemos tratado de mostrar la fundamentación teórica que sustenta esta investigación. Este capítulo se centra en la metodología. En el presente capítulo se exponen los objetivos, las muestras y los instrumentos didácticos. Los instrumentos didácticos empleados han sido las observaciones, los cuestionarios y las entrevistas. Con todo este material se decide el método más adecuado para realizar el análisis de los datos obtenidos. Una vez seleccionado el método de análisis y teniendo presente las deducciones teóricas se obtiene un sistema de categorías. Finalmente se estudia la validez de la tesis completando de esta forma cuanto requiere una investigación.

1. Objetivos

El objetivo que nos propusimos inicialmente es aportar una contribución que ayude a mejorar la enseñanza de la ciencia. Parece obvio que la enseñanza necesita mejorar. Para llevar a cabo este objetivo, se solicitó investigar la enseñanza ofrecida por los profesores de los laboratorios de física a los estudiantes del primer año de la carrera en la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU).

La NMSU me puso en contacto con un doctor perteneciente a la Universidad. El doctor me informó que según el reglamento de la NMSU, antes de comenzar una investigación debía superar un examen del Departamento de Recursos Humanos de la Universidad (IRB). El IRB es una institución que pertenece a la NMSU y se encarga del cuidado de los miembros de la universidad. El IRB examina a quienes pretenden investigar a las personas que trabajan en la universidad, ya sean profesores, estudiantes o técnicos. Realicé la prueba exigida por el IRB y me permitieron iniciar la investigación.

Los objetivos iniciales de la tesis eran dos: conocer la forma de enseñar de los profesores de los laboratorios de física del primer año

La investigación: Diseño del estudio

de la carrera de la NMSU y comprobar su efectividad. Ante estos objetivos, la primera pregunta que surgió fue: ¿los profesores de la NMSU saben qué es un buen profesor? La siguiente cuestión era averiguar qué modelo de enseñanza quieren llevar a la práctica y si realmente actúan de esa forma. No siempre coinciden la teoría y la práctica de un profesor, por lo cual, conviene comprobar la coherencia entre las ideas de los profesores y sus actuaciones. Un ejemplo es la investigación de Licona (2000). Licona observó la forma de enseñar de seis profesores de la NMSU. Además, entrevistó a los seis profesores, quienes indicaron sus conocimientos de la reforma educativa de la ciencia y su intención de llevarla a la práctica, pero en las observaciones de la enseñanza de las clases, Licona comprobó que los profesores no incorporaron los aspectos de la reforma, pese a conocerlos, estar de acuerdo con ellos y pretender ponerlos en práctica.

De lo anterior se deduce que no es suficiente saber si los profesores quieren o se niegan a seguir un modelo de enseñanza determinado, además, habría que comprobar si sus acciones son coherentes con sus ideas. El buen profesor muestra coherencia entre sus actos y sus ideas, las cuales comunica con palabras.

La asignatura de los laboratorios de física del primer curso universitario dura un semestre, es decir, seis meses. Durante este tiempo, los profesores podrían cambiar sus ideas y su forma de enseñar, cambiando de modelo de enseñanza. Por tanto, aparece otro interrogante: el posible cambio de los profesores. Este problema se podría enunciar de la siguiente forma: ¿los profesores modifican su forma de enseñar a lo largo del semestre?

Cada uno de los profesores puede evolucionar de forma diferente. No tienen por qué pensar y actuar de la misma manera. Además, habría que tener presente que pueden proceder de distintos lugares, lo cual marca diferentes orígenes entre los profesores. ¿Hay más diferencias?; ¿tienen algunas semejanzas? Estas preguntas se englobarían en el cuarto de los problemas a resolver: ¿qué semejanzas y diferencias existen entre los diferentes profesores estudiados?

Por último, faltaría comprobar la efectividad de los modelos de enseñanza empleados por los profesores, al menos, en los casos investigados. Para resolver este problema habría que conocer, como mínimo, las calificaciones obtenidas por los estudiantes en la

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

asignatura de los laboratorios de física del primer curso de la NMSU. Si además de las calificaciones se consiguen sus opiniones, se contaría con un resultado más completo. En resumen, para alcanzar los objetivos de conocer la forma de enseñar de los profesores y comprobar su efectividad habría que resolver los siguientes problemas:

1. ¿Saben los profesores de la NMSU qué es un buen profesor?
2. ¿Estos profesores enseñan de acuerdo con las cualidades descritas en las prácticas de los laboratorios de física?
3. ¿Los profesores modifican su forma de enseñar a lo largo del semestre?
4. ¿Qué semejanzas y diferencias existen entre los diferentes profesores estudiados?
5. ¿Cuáles son los resultados de las calificaciones y las opiniones de los estudiantes que enseñan los diferentes profesores?

2. Muestras

La selección de la muestra no tiene como propósito representar a una población para luego universalizar los resultados, sino que intenta obtener la máxima información posible de una realidad concreta para ayudar a mejorarla (Galagousky & Muñoz, 2002). El tamaño de la muestra de esta tesis es de cuatro profesores, porque cuatro profesores estaban enseñando en los laboratorios de física del primer curso durante los periodos de investigación permitidos por la universidad estadounidense. Estos periodos comprenden el semestre de otoño y el semestre de primavera. En ambos semestres estuvieron los mismos profesores.

Los cuatro profesores estaban encargados de los laboratorios de física del primer curso de la NMSU. Una mujer y tres hombres con sus nombres. Para mantener la privacidad de los profesores, en esta tesis reciben los siguientes nombres: profesor1, profesor2, profesor3 y profesor4. Ninguno de los profesores era de Estados Unidos. Los profesores1 y 2 eran indios. El profesor1 procedía de la costa este de la India y el profesor2 de la costa sur. El profesor3 nació en Nepal y el profesor4 en Jordania.

La investigación: Diseño del estudio

Tampoco estaban establecidos, porque enseñaban desde un puesto temporal, en vez de enseñar desde una posición estable, como la de un profesor establecido (Mulholland & Wallace, 2005). Los cuatro profesores estaban en la NMSU para conseguir el doctorado de física. En sus respectivos países de origen habían obtenido sus licenciaturas de física y en los Estados Unidos se encontraban trabajando en sus tesis doctorales. Además, temporalmente trabajaban como profesores de los laboratorios, cubriendo de esta forma los gastos económicos necesarios para vivir en el país extranjero.

3. Instrumentos

Si se usa un único instrumento, los resultados pueden estar influenciados por los límites de la técnica empleada. Además, es difícil abarcar al completo los casos, por lo que conviene usar más de un instrumento y poder conocer a las personas desde diferentes perspectivas. Con cuantos más instrumentos se compare, más cerca se estará de la interpretación real de los casos y de las situaciones investigadas. Así pues, conviene buscar los puntos de vista de varios instrumentos, para poder introducir un aspecto comparativo (Arksey & Knight, 1999). Por tanto, con múltiples instrumentos se mejora significativamente la calidad de una investigación (Macmillan, 2008). Es decir, conviene usar varios instrumentos para obtener la máxima información. De esta forma, se conseguirá contrastar resultados y acercarse más fiablemente a lo que conocen y piensan los profesores (De Pro et al., 2005).

Recordamos los problemas surgidos en el apartado de los objetivos. Con cuestionarios y entrevistas a los cuatro profesores podría resolverse la primera pregunta: ¿saben los profesores de la NMSU qué es un buen profesor? Los cuestionarios y las entrevistas son insuficientes para solucionar las siguientes preguntas: ¿estos profesores enseñan de acuerdo con las cualidades descritas en las prácticas de los laboratorios de física?; ¿los profesores modifican su forma de enseñar a lo largo del semestre? Por tanto, sería necesario introducir un tercer instrumento. El instrumento que permite conocer cuanto sucede en un lugar es la observación (Macmillan, 2008). Las semejanzas y diferencias entre los profesores quedarían determinadas con el análisis de los tres instrumentos: cuestionarios, entrevistas y observaciones. Hasta el momento se tendrían resueltos cuatro de los cinco problemas. Faltaría solucionar el último problema.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Los resultados de las calificaciones de los estudiantes se encuentran en los archivos de la NMSU. La NMSU ha cedido dicha información para poder responder a la pregunta quinta y última formulada en el apartado de los objetivos: ¿cuáles son los resultados de las calificaciones y las opiniones de los estudiantes que enseñan los diferentes profesores?

Concretando, los instrumentos seleccionados han sido: las entrevistas, los cuestionarios y las observaciones. Con las entrevistas y los cuestionarios se profundiza en el pensamiento de las personas y con las observaciones se determinan las acciones que realizan, las cuales pueden o no coincidir con las ideas que comunican, ya que existe un conocimiento tácito, el cual puede descubrirse al comparar las acciones y las ideas de las personas.

La investigación en la que se utiliza más de un instrumento para obtener los datos, que luego se comparan, tiene en cuenta la triangulación. En otras palabras, el uso de diferentes instrumentos para obtener los datos permite la triangulación (Bartholomew & Sandholtz, 2009). La triangulación es el término formal consensuado y utilizado cuando los resultados proceden de más de una fuente de información (Erickson, 1998).

La triangulación enriquece los resultados de los casos, porque se consolidan los resultados coincidentes y se obtienen otros resultados a causa de que al analizar un mismo caso con varios tipos de instrumentos resultan detalles diferentes. Esto se debe a que algunos datos no son mostrados por un instrumento determinado, sólo aparecen en otro instrumento. Por ejemplo, las ideas de una persona se conocen al preguntarle en una entrevista o cuestionario y sin embargo, las acciones de una persona se determinan al observar a esa persona.

La presente tesis cuenta con dos investigaciones. Una investigación previa durante la primera mitad del semestre de otoño y otra investigación que comprende el semestre de primavera. La muestra, los instrumentos, el tiempo y los laboratorios de ambas investigaciones se muestran en la tabla 4-1.

La investigación: Diseño del estudio

INVESTIGACIONES	OTOÑO	PRIMAVERA
MUESTRA	Profesor1 Profesor 2 Profesor 3 Profesor 4	Profesor 1 Profesor 2 Profesor 3 Profesor 4
INSTRUMENTOS	Observaciones	Observaciones Cuestionarios Entrevistas
TIEMPO	2 meses	4 meses
LABORATORIOS	Movimiento Aceleración en una dimensión Aceleración en dos dimensiones Suma de fuerzas Cuerpos	Movimiento Aceleración en una dimensión Aceleración en dos dimensiones Suma de fuerzas Cuerpos Componentes de la fuerza Energía Cambio Conservación Ondas Presión

Tabla 4–1. Organización de las muestras, los instrumentos, el tiempo y los laboratorios del semestre de otoño y del semestre de primavera.

Como se ha indicado anteriormente, la muestra de las investigaciones de otoño y de primavera la formaron los mismos cuatro profesores.

El tiempo para el otoño coincidió con dos meses, mientras que en la primavera hubo cuatro meses de prácticas de laboratorio. Por tanto, los laboratorios observados fueron cinco comunes a los dos semestres. Además de los cinco laboratorios comunes hubo seis laboratorios más en el semestre de primavera. Los laboratorios

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

comunes se denominan: movimiento, aceleración en una dimensión, aceleración en dos dimensiones, suma de fuerzas y cuerpos. Los seis restantes laboratorios reciben los siguientes nombres: componentes de la fuerza, energía, cambio, conservación, ondas y presión. Los nombres de los laboratorios corresponden a los conceptos físicos trabajados en cada uno de los mismos.

Los instrumentos de otoño y de primavera fueron las observaciones. Además, en la primavera se añadieron dos instrumentos más: los cuestionarios y las entrevistas. Para comprobar la efectividad de los profesores, se consideraron los cuestionarios entregados a los estudiantes y sus calificaciones finales durante el semestre de primavera. En estos cuestionarios, los estudiantes de los laboratorios de física pudieron opinar sobre la enseñanza ofrecida por sus profesores.

3.1. Observaciones

Las observaciones ayudan a responder los siguientes interrogantes de la tesis: ¿saben los profesores de la NMSU qué es un buen profesor?; ¿estos profesores enseñan de acuerdo con las cualidades descritas en las prácticas de los laboratorios de física? Las observaciones de la práctica de los profesores interesan a los investigadores de la enseñanza y a los mismos profesores, cuando deseen comprobar sus acciones profesionales. Los profesores necesitan ser observados (Moscovici, 2007) para poder mejorar profesionalmente. También los futuros profesores deberían ser observados durante sus prácticas de enseñanza, para poder comprobar si actúan como piensan (Mattheoudakis, 2007).

Las observaciones de los laboratorios de otoño completaron los cinco primeros laboratorios del semestre de otoño. Las observaciones de primavera abarcan la asignatura completa de los laboratorios de física, cuatro meses. Cada uno de los dieciséis laboratorios de física (cinco de otoño y once de primavera) observados duraba dos horas y media. Dieciséis laboratorios por cuatro profesores por ciento cincuenta minutos en cada uno de los laboratorios suman ciento sesenta horas observadas.

Para minimizar el posible impacto producido al observar a los profesores (Lincoln & Guba, 1985), el coordinador de los laboratorios de física me presentó a cada uno de los profesores antes del inicio de

La investigación: Diseño del estudio

las observaciones. A todos los profesores les expuse mi interés por conocer sus ideas y prácticas con respecto a la enseñanza manteniendo su anonimato. Los profesores accedieron libre y voluntariamente a la investigación y lo manifestaron firmando el informe de consentimiento aprobado por el departamento de derechos humanos de la NMSU.

3.2. Cuestionarios

Los cuestionarios se emplearon para conocer las ideas de los profesores con respecto a la enseñanza y las opiniones de los estudiantes sobre sus profesores, porque de acuerdo con Baviskar et al. (2009), las ideas pueden conocerse preguntando cuestiones. Además, al preguntar a los profesores, se les anima a pensar y reflexionar con respecto a su enseñanza de la física para que los estudiantes adquieran los conocimientos y procedimientos relacionados con la materia trabajada en los laboratorios universitarios.

Los cuestionarios fueron entregados a los profesores al terminar tres de los laboratorios del semestre de primavera. Los cuatro profesores contestaron los cuestionarios al finalizar el primer laboratorio (movimiento), en un laboratorio intermedio (componentes de la fuerza) y en el último laboratorio del semestre (presión). La idea de preguntar varias veces determina si los maestros modificaban sus respuestas. Todas las preguntas se enfocaron en conocer lo que pensaban los profesores sobre las características, que determinan un modelo de enseñanza como son las perspectivas, las estrategias, el material y el ambiente. Las preguntas de los cuestionarios fueron las siguientes:

1. ¿Qué esperas del laboratorio?
2. ¿Qué estrategias y materiales usaste en el laboratorio de física?
3. Describe el ambiente del laboratorio.

Para comprobar la efectividad del modelo didáctico empleado por los profesores, se analizaron las opiniones y las calificaciones de los estudiantes de la asignatura de los laboratorios de física de la NMSU. Las calificaciones obtenidas por los estudiantes en las tareas y

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

el examen final mostraban algo de los conocimientos adquiridos durante la asignatura.

Las herramientas de evaluación fueron el examen y las tareas semanales relacionadas con el tema tratado en los laboratorios. El examen consistió en la realización práctica y la explicación oral de uno de los laboratorios trabajados durante el semestre. Esta forma de valorar los conocimientos finales es muy distinta a la de un examen escrito durante un tiempo muy concreto y con unas preguntas determinadas. Al tratarse de un examen oral entre personas conocidas que dialogaban sobre experimentos anteriormente trabajados y durante un tiempo amplio como para desarrollar las actividades evaluadas se creaba un ambiente relajado y una fluidez de los conocimientos de los estudiantes. Además de las calificaciones de los estudiantes se consiguieron sus opiniones, las cuales escribieron en un cuestionario del departamento de física de la NMSU al finalizar la asignatura. De todas las preguntas de dicho cuestionario, las cuestiones relacionadas con la investigación de esta tesis fueron las siguientes:

1. ¿Qué nota le da al trabajo del profesor?
2. ¿Recomendaría este profesor a otro estudiante?

3.3. Entrevistas

Para Seidman (1998), los investigadores pueden mantener una conexión con los participantes de un estudio a través del correo electrónico, que es menos agresivo que el teléfono y más oportuno que el correo normal. Siguiendo la idea de Seidman, en esta tesis se ha usado el correo electrónico para contactar con el coordinador de los laboratorios de física y con los profesores, quienes son objeto de estudio durante la investigación. Las entrevistas proporcionan información (Thoresen, 1994) de las ideas de los entrevistados por poder manifestarlas durante una conversación.

Las entrevistas se utilizan para comprender (Tobías, 1992), porque el entrevistado puede reflexionar sobre sus ideas durante la conversación y a lo largo de la entrevista se puede preguntar al entrevistado por los detalles que con libertad va comentando. Los resultados son más cercanos a las ideas de las personas, si provienen de instrumentos como las entrevistas donde los profesores tienen la oportunidad de expresarse (Chamoso & Caceres, 2009; Hatton &

La investigación: Diseño del estudio

Smith, 1995; Jay & Johnson, 2002; Wade & Yarbrough, 1996; Winitzky, 1992). En concreto, las entrevistas pueden ayudar a entender el modelo del profesor (Gilligan, 1982).

Al finalizar la asignatura de los laboratorios de física fueron entrevistados individualmente cada uno de los profesores por separado. Las entrevistas tuvieron lugar en una de las salas de la facultad de física de la NMSU, conocida por los profesores. Durante las entrevistas se creó una atmósfera calmada y relajada, con saludos amistosos y sonrisas, según los consejos de Novak & Gowin (1984). En un ambiente agradable y cómodo para los profesores se les preguntó si tenían algún inconveniente en ser entrevistados.

Las cuestiones de las entrevistas estaban relacionadas con las posibles estrategias didácticas aconsejadas para enseñar física en los laboratorios y los interrogantes que surgían a lo largo de las entrevistas, por tanto, se estructuraron las entrevistas con preguntas abiertas (Macmillan, 2008). Al igual que en el trabajo de Simpson & Parsons (2009), las preguntas de las entrevistas realizadas fueron abiertas en una entrevista guiada, que incluyó las mismas preguntas para todos los profesores permitiendo flexibilidad para realizar cuestiones más concretas, según las respuestas de los profesores. Esta idea la refieren Bronkhorst, Meijer, Koster y Vermunt (2011) como puede leerse en el párrafo siguiente.

“Los profesores responderán con más detalle y complejidad si son entrevistados de forma abierta” (Bronkhorst, Meijer, Koster y Vermunt, 2011, 1123).

A continuación se expone la guía de las preguntas:

1. ¿Permite ser entrevistado?
2. ¿Cómo era el ambiente del laboratorio?
3. ¿Qué materiales utilizó?
4. ¿Habló con los estudiantes?
5. ¿Cambió sus estrategias?
6. ¿Qué opina de las calificaciones de los estudiantes?
7. ¿Por qué los estudiantes le evaluaron así?
8. ¿Por qué le recomendarían los estudiantes a otros estudiantes?

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Con la primera pregunta se comprueba si el profesor acepta ser entrevistado. Desde la segunda pregunta hasta la sexta se interroga al profesor por algunas de las características de un modelo de enseñanza. El grupo de cuestiones restantes está relacionado con los resultados de los estudiantes. Durante las entrevistas fueron modificadas tanto algunas palabras de las preguntas como el orden secuencial, según el desarrollo de cada entrevista.

Cada entrevista duró una hora y se grabaron todas las entrevistas formales. La tarea de la transcripción la realizó un doctor de la NMSU, externo a la investigación de la tesis, con la intención de no interferir en el proceso de recogida de los resultados de las entrevistas a los profesores. Siguiendo la reflexión de Meirink et al. (2009): si la persona encargada de la transcripción es ajena a la investigación, reproducirá o no las mismas ideas del investigador principal.

4. Método

Los profesores que han sido objeto de la muestra de esta tesis son observados en los laboratorios de física de la NMSU, lugar donde trabajan profesores y estudiantes. Las situaciones entre los profesores y los estudiantes se pueden analizar a través de los estudios de casos (Ferry, 1983). Macmillan (2008) define el estudio de casos como un análisis en profundidad de uno o más eventos, grupos sociales o individuos. En un estudio de caso clásico, un caso es una persona (Oliver & Venville, 2011).

“Si el propósito es conectar casos específicos del pensamiento, razonamientos o acciones de profesores o estudiantes en cuanto a la teoría que representan, entonces las entrevistas representan la investigación cualitativa” (Robertson et al., 2013, p. 2).

Robertson et al (2013) publicaron un artículo con las diferencias entre la investigación cualitativa y la investigación cuantitativa. Al elegir el estudio de casos como método de análisis y contar con entrevistas a los profesores, se está realizando una investigación cualitativa. En la investigación cuantitativa se teorizan los fenómenos estudiados y se predicen los resultados, que se esperan obtener para concluir con generalizaciones. En la investigación cualitativa se pretende comprender (Guba, 1981), describir lo que ocurre

La investigación: Diseño del estudio

(Macmillan, 2008) y conocer a las personas y sus cambios (Erickson, 1998).

En la investigación cualitativa se utilizan palabras como entender y explorar, porque se proveen perspectivas y valoraciones y se establecen conclusiones próximas a los problemas reales (Bardin, 1986; Bericat, 1998; Cohen & Manion, 1990; De Alba, 2004; Lincoln & Guba, 1985; Moraes, 1999; Navarro & Díaz, 1994). El estudio de casos se emplea en la investigación cualitativa. Los investigadores cualitativos se interesan por tomar conciencia de aquello que sucede en casos concretos en vez de investigar en un sentido representativo, según Robertson et al. (2013).

“Los investigadores cualitativos quieren que los resultados de sus investigaciones sean útiles en un sentido de conciencia, mejor que en un sentido representante.”
(Robertson et al., 2013, p. 13).

De acuerdo con Patton (1990), los estudios de casos están limitados por el contexto y en consecuencia, los resultados no son generalizables. Es positivo ayudar a los profesores a reflexionar sobre sus propios conocimientos y sus prácticas. Los estudios de casos son útiles para reconstruir teorías pedagógicas y estrategias relacionadas con la enseñanza (Abell & Bryan, 1998; Mellado, 2003; Tobin et al., 2001). El fin en los estudios de casos es alcanzar la exploración, la descripción o la explicación de una situación particular, además de entender las generalidades a través de esos casos particulares (Galagousky & Muñoz, 2002).

Según Crabtree & Miller (1999), los sociólogos adaptaron los métodos del estudio de casos para explorar los problemas desde una perspectiva impersonal. A finales del siglo diecinueve se empezó a emplear el estudio de casos como método investigativo. En la Escuela de Chicago se usaron los estudios de casos para afrontar los problemas relacionados con la industrialización y el influjo de inmigrantes.

Parks, de la Escuela de Chicago, animó el empleo del estudio de casos como medio para descubrir los problemas de los pobres y desplazados, que se encontraban en las calles (Hamel et al., 1993). Las aproximaciones usadas en cada ejemplo histórico fueron descritas y documentadas, para que cada situación llegase a mejorar el conocimiento del campo en cuestión. Los objetivos de los

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

investigadores cualitativos y cuantitativos son diferentes y Robertson et al. (2013) las indican como sigue:

“Parte de lo que hace la investigación del estudio de caso adecuadamente para descubrir las generalizaciones específicas es su alineación con los objetivos y preguntas de la investigación de los investigadores cualitativos. Por ejemplo, los investigadores de la educación física cualitativa buscan aclarar los puntos de vista de los participantes, revelar y desafiar los supuestos implícitos, la posibilidad de demostrar, el desarrollar mecanismos que expliquen ciertos fenómenos de enseñanza y aprendizaje, el coordinar múltiples modalidades para entender mejor el pensamiento y el aprendizaje e ilustrar y refinar las teorías que puedan ampliar las perspectivas de los lectores. Por otro lado, los investigadores de la educación física cuantitativa tratan de identificar dificultades conceptuales que los estudiantes pueden encontrar cuando aprenden un concepto x , valoran la efectividad de los materiales de instrucción y determinan las variables que influyen en lo aprendido y en los patrones de errores según las respuestas de los estudiantes. Lógicamente podemos conectar cada uno de estos objetivos a la elección del investigador para emplear casos individuales o poblaciones representativas.” (Robertson et al., 2013, p. 14).

Existen tres tipos de estudios de casos: el intrínseco, el instrumental y el colectivo. Para la presente tesis se elige el estudio de casos instrumental, por coincidir con el objetivo de discernir el modelo de enseñanza que conocen y ponen en práctica los profesores. El estudio de casos instrumental es aquel que facilita la comprensión del estudio realizado. Este objetivo es alcanzable con los estudios de casos de los profesores, porque con los estudios de casos se interpretan las acciones e ideas de los profesores (Denzin & Lincoln, 1994; Maykut & Morehouse, 1994). Observando a los profesores en su ambiente se comprenden mejor sus ideas y actitudes (Bogdan & Biklen, 1992; Creswell, 1998).

La intención de comprender los casos particulares puede llegar a generar patrones de una situación específica en un contexto determinado (Galagousky & Muñoz, 2002), como podrían ser los

La investigación: Diseño del estudio

laboratorios de física. Las percepciones emergidas de los estudios de casos pueden influir en las investigaciones futuras, ya que el diseño del estudio de casos se emplea para comprender la situación y el interés está en el proceso más que en los resultados (Merriam, 1998).

Las categorías coincidirán con las características del modelo de enseñanza desarrollado en los capítulos anteriores. Las categorías definitivas son cuatro: efectividad, ambiente, materiales y pregunta. Siguiendo la opinión de Lotter et al. (2007), la triangulación de todos los instrumentos valida las categorías expuestas en la sección del sistema de categorías. Una vez diseñado el sistema de las categorías definitivo, se analizan todos los datos procedentes de las entrevistas, de los cuestionarios y de las observaciones. Dicho análisis se describe en los capítulos siguientes de esta tesis.

CAPITULO V. Resultado de la investigación

En el capítulo anterior se indicaron los instrumentos usados para analizar cada estudio de caso: las observaciones en el laboratorio, los cuestionarios rellenos por los profesores durante el semestre y las entrevistas a los profesores al final del semestre. A estos instrumentos se añadieron las calificaciones de los estudiantes y el cuestionario en el cual los estudiantes opinaron sobre sus profesores. Los cuestionarios a los profesores y las entrevistas proporcionaron los datos cualitativos.

El presente capítulo se centra en el análisis de los estudios de casos por profesor y al análisis comparativo. Cada estudio de casos corresponde a cada profesor. Cuatro profesores estuvieron a cargo de los laboratorios de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU), durante los semestres de otoño y de primavera. En la enseñanza de los profesores influye la situación determinada por los laboratorios, lugar donde se espera que enseñen física, por lo que parece interesante analizar primero el laboratorio donde se impartieron las prácticas y posteriormente se analizan independientemente cada estudio de casos.

1. Análisis del laboratorio de Física observado

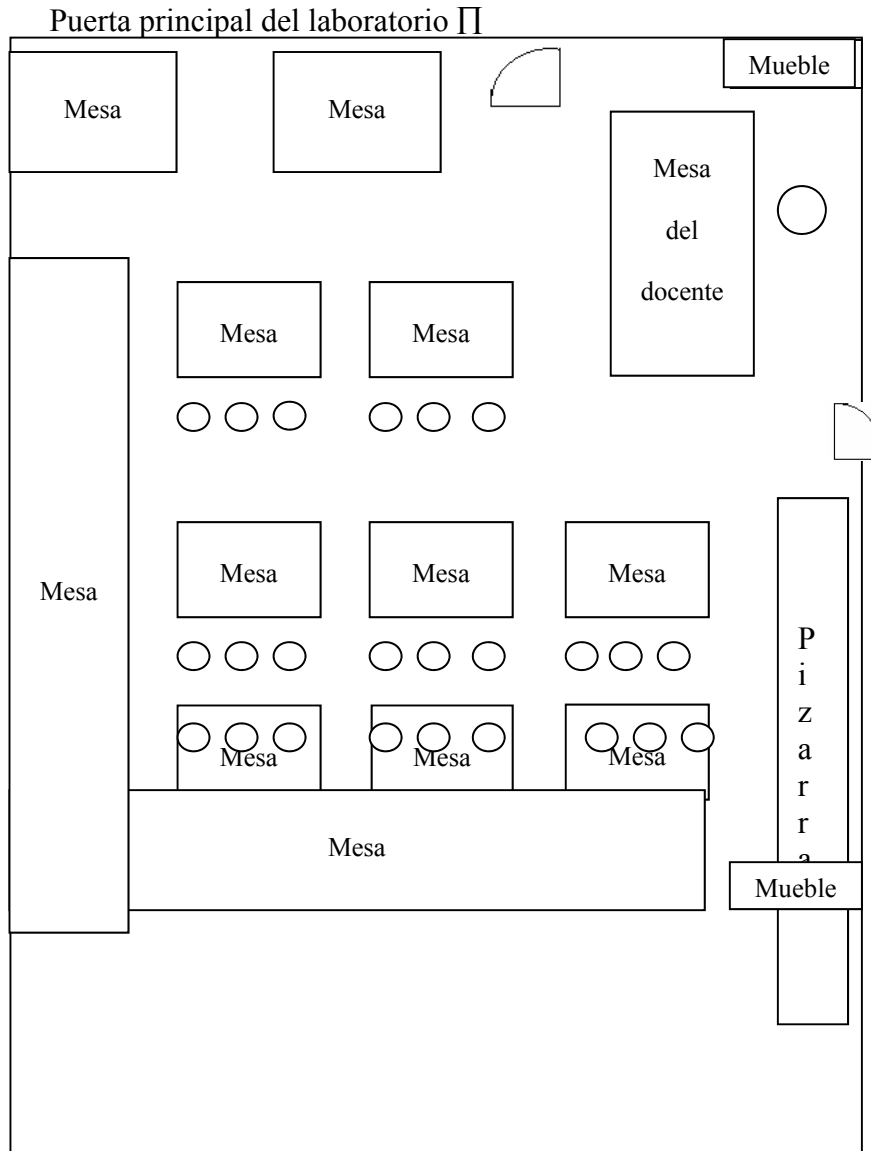
De entre todos los posibles factores que pueden influir en la enseñanza de los profesores de este estudio, primero se analizó el factor común, el laboratorio donde enseñaban física con ayuda de un material técnico y donde los estudiantes realizaban cada uno de los experimentos. De acuerdo con Knorr (1999), un laboratorio es considerado como el lugar donde el mundo natural se manipula y transforma a través del trabajo experimental. La gráfica 5-1 representa el laboratorio de física, donde se observó la enseñanza ofrecida por los profesores. Cercanas a las paredes del laboratorio se encontraban unas mesas más altas, que las mesas donde trabajaban los estudiantes. El profesor tenía una mesa y una silla situadas en una esquina del laboratorio, desde donde podía observar todo el

Resultado de la investigación

laboratorio. El laboratorio contaba con algunos muebles y dos pizarras unidas por un lado común, con tizas y borradores. Para tener consciencia del tiempo, había un reloj grande encima de las pizarras.

La puerta principal de acceso al laboratorio conectaba el laboratorio con el pasillo del edificio. La puerta secundaria comunicaba el laboratorio con una habitación donde se guardaban los instrumentos para el laboratorio y el acceso al control del aire acondicionado y de la calefacción del aula del laboratorio. El tablón de anuncios estaba situado entre la puerta principal y uno de los muebles del laboratorio. En el tablón de anuncios aparecía el horario de los laboratorios con los nombres de los profesores encargados de cada una de las sesiones de los laboratorios de física.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)



Gráfica 5-1. El laboratorio de física observado.

Otro aspecto a considerar en este apartado sobre el análisis del laboratorio de física son los contenidos de cada laboratorio. Todas las semanas había cuatro sesiones, una por profesor. Se planificaron once laboratorios para el semestre de primavera. Los diferentes contenidos de física trabajados daban nombre a los laboratorios. Las abreviaturas de los nombres de los laboratorios aparecen en la tabla 5-1.

Resultado de la investigación

El primer laboratorio era el del movimiento y como su nombre indica, los estudiantes tenían la oportunidad de comprobar experimentalmente sus conocimientos sobre el movimiento de los cuerpos y el concepto de velocidad. El segundo laboratorio se denominaba “aceleración en una dimensión” y por tanto se practicaba con la aceleración en una dirección debida al cambio de la velocidad. La aceleración en diferentes direcciones y el giro de los cuerpos se trataban en el siguiente laboratorio, el tercero, denominado: la aceleración en dos dimensiones.

El cuarto laboratorio llevaba el nombre de “suma de fuerzas”. En el quinto laboratorio se trataban diferentes conceptos de fuerzas y era el llamado “de los cuerpos”. En este laboratorio se ampliaban las operaciones entre las fuerzas y aparecería la segunda ley de Newton. El siguiente laboratorio, el laboratorio sexto, se conocía con el nombre de “las componentes de la fuerza” y en este laboratorio se trataban las fuerzas de rozamiento y sus diferentes componentes.

Una vez vistos en el laboratorio todos los contenidos anteriores, los estudiantes estaban preparados para empezar a manejar los conceptos que dependían de la combinación de los anteriores, como la energía (laboratorio séptimo), su cambio (octavo laboratorio) y conservación (novenio). Para finalizar el semestre se ofrecieron dos laboratorios de conceptos más avanzados como las ondas (laboratorio décimo) y la presión (onceavo).

LABORATORIO	ABREVIATURA
Movimiento	Mov
Aceleración en una dimensión	Ac1
Aceleración en dos dimensiones	Ac2
Suma de fuerzas	Sum
Cuerpos	Cue
Componentes de la fuerza	Com
Energía	Ene
Cambio	Cam
Conservación	Con
Ondas	Ond
Presión	Pre

Tabla 5–1. Abreviaturas de los nombres de los contenidos fundamentales trabajados en cada uno de los laboratorios de física de la NMSU.

2. Resultado del análisis de los casos

Una vez descritos los contenidos de las prácticas y el laboratorio de física, lugar en el cual los profesores investigados enseñan a los estudiantes universitarios, se analiza cada uno de los casos, es decir, cada uno de los maestros.

2.1. El Profesor1

El Profesor1 era de la costa este de la India, donde se licenció en Ciencias Físicas y decidió realizar sus estudios de doctorado en Estados Unidos, concretamente en la NMSU. Como todo estudiante de los primeros años de doctorado en física, el Profesor1 estuvo a cargo de alguna sesión de los laboratorios de física. A continuación se presenta el análisis del estudio de caso del Profesor1 categoría por categoría. El sistema de categorías se obtuvo en el capítulo séptimo de esta tesis.

a) Perspectivas del Profesor1

El Profesor1 esperaba que los estudiantes fuesen construyendo los conocimientos y los procedimientos relacionados con la física trabajada durante los laboratorios, empezando por los conocimientos básicos del movimiento como la aceleración y la velocidad: “Espero que los estudiantes conozcan la aceleración y la velocidad”, hasta los conceptos más complejos como la energía: “Conocer: el teorema del impulso–momento, el momento, la energía cinética, el trabajo–energía”. Además, el Profesor1 esperaba que los estudiantes manejaran los procedimientos para aplicar las leyes físicas: “Espero que conozcan la segunda ley de Newton, la tercera ley de Newton y aplicarlas”.

Al analizar las respuestas indicadas anteriormente procedentes de los cuestionarios se observa una coherencia en el pensamiento del Profesor1, porque pese a las diferentes ocasiones en las que contestó a la misma pregunta, tres veces a lo largo del semestre, el Profesor1 insistió en la misma idea, que los estudiantes conocieran la física de cada laboratorio. Por tanto, parece ser que el Profesor1 tenía como objetivo que los estudiantes obtuvieran los contenidos de cada laboratorio.

El Profesor1 prefirió que los estudiantes obtuvieran las respuestas en vez de dárselas directamente, es decir, que los

Resultado de la investigación

estudiantes construyeran los conocimientos en lugar de recibirlos directamente: “Prefiero preguntar a dar las respuestas. Me gusta que ellos obtengan las respuestas por sí mismos.”. Para el Profesor1, los estudiantes debían construir sus propios conocimientos paso a paso al resolver las dificultades de cada laboratorio: “Sólo pensando paso a paso ellos lo resolverán”.

El Profesor1 se preocupó del estado de ánimo de los estudiantes e intentó animarlos cuando los veía aburridos, con el objetivo de hacer más amenos los conocimientos de física. Los estudiantes tuvieron la oportunidad de avanzar en su conocimiento de forma agradable. El Maestro1 indicó su objetivo de hacer la física “divertida”.

“Si veo que algunos grupos se aburren, intento desconectar un poco y por unos minutos intento decir otra cosa, para que la física sea divertida.” (Profesor1 en la entrevista)

El Profesor1 comentó su actitud de ayudar a los estudiantes identificando sus problemas: “les ayudo cuando tienen problemas con algunos de los conceptos o con cualquier problema”. Para comprobar si realmente el Maestro1 tuvo esa actitud, se ha buscado en las observaciones y se ha encontrado que el Profesor1 ayudó a los estudiantes a resolver sus dudas con aclaraciones de esas dudas.

El número de veces que el Profesor1 ayudó a los estudiantes según se observó en los laboratorios se representa en la gráfica 5–2. De esta gráfica se obtiene que el Profesor1 ayudó a los estudiantes en todos los laboratorios del semestre de primavera. En algunos laboratorios ayudó más que en otros, pero no se ha encontrado ninguna evolución en el patrón mostrado por la gráfica. Parece ser que el Profesor1 ayudó a los estudiantes en general. La frecuencia de las ayudas del Profesor1 varía aleatoriamente entre los diferentes laboratorios del semestre.

b) Efectividad del Profesor1

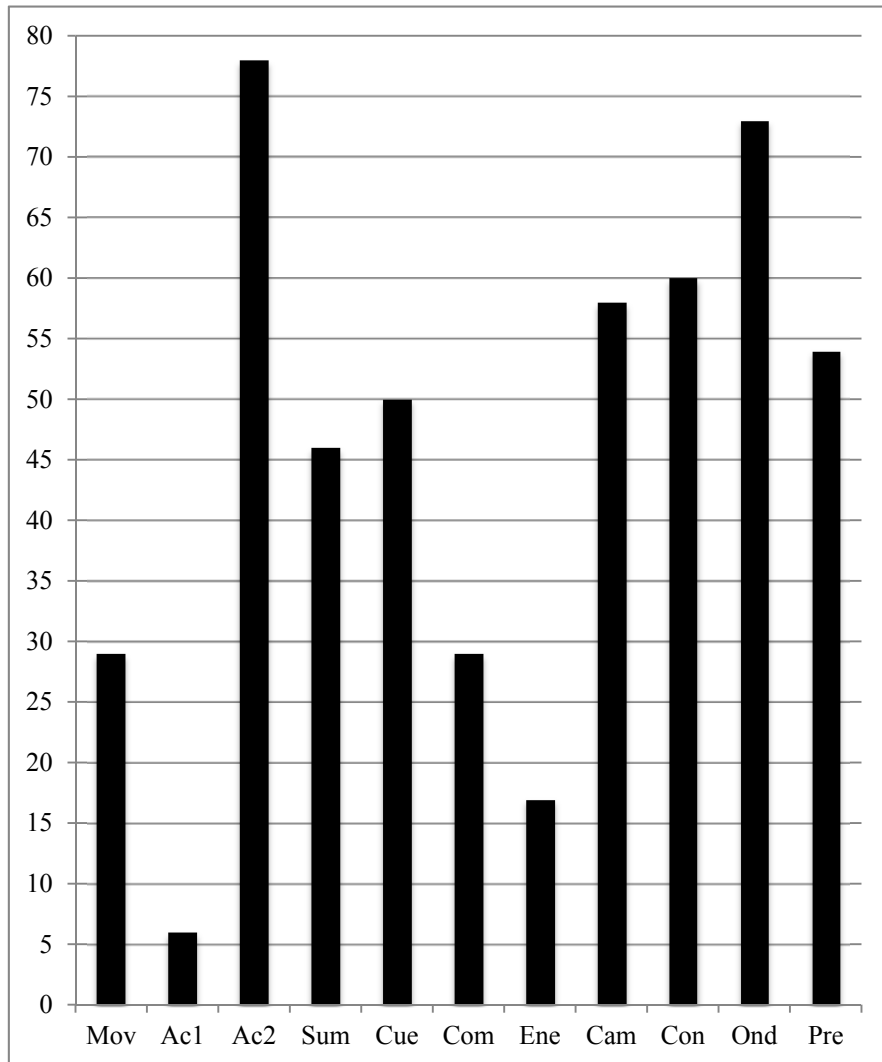
El Profesor1 valoró las tareas que los estudiantes entregaron en cada laboratorio y sus respuestas al examen final. El examen final consistió en una explicación oral de cada estudiante sobre uno de los laboratorios de física, que previamente había realizado a lo largo del semestre. En el primer laboratorio del semestre, el Profesor1 ofreció a los estudiantes la posibilidad de negociar la forma de evaluarlos.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

El Profesor1 lanzó una propuesta que los estudiantes aceptaron “El Profesor1 propone evaluar a los estudiantes con las tareas y un examen oral de uno de los laboratorios.” El Profesor1 ofreció a los estudiantes la posibilidad de ser evaluados de una manera a la que los estudiantes no se opusieron, porque les pareció adecuada o porque no pensaron en otra mejor, al menos, no manifestaron nada en contra, aunque tuvieron esa oportunidad.

El Profesor1 comentó lo que pensaba sobre su evaluación de los estudiantes. Por ejemplo, el Profesor1 indicó que valoraba más duramente a los estudiantes en las primeras tareas “en la primera tarea suelo ser más duro”. Esta estrategia pudo ayudar a los estudiantes a mejorar las demás tareas. Sin embargo, no todos los estudiantes obtuvieron la máxima calificación, como se comprueba en la tabla 5–2. Tal vez el fallo se encuentra en la creencia del maestro de que los estudiantes lo entendieron casi todo en los laboratorios. El Profesor1 reconoció que podría estar equivocado “Bien, incluso aunque pienso que lo entendieron todo o casi, puede que no sea el caso”. Si los estudiantes se fueron de los laboratorios con dudas y con falta de algunos contenidos, es posible que al intentar realizar las tareas no pudieran responder adecuadamente, como hubieran hecho si hubieran salido de los laboratorios sin dudas y con todos los conocimientos afianzados.

Resultado de la investigación



Gráfica 5-2. Suma de las veces que el Profesor1 ayudó a los estudiantes con sus dudas en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

El Profesor1 hizo una distinción entre los diferentes tipos de estudiantes: los estudiantes que aprovechaban más los contenidos trabajados en los laboratorios y alcanzan buenas notas: “Así que los estudiantes de ingeniería o de física normalmente hacen mejor los laboratorios que los de fisioterapia o de algún otro tipo de estudiantes” y los estudiantes, que se esforzaban más aunque no alcanzaban resultados muy buenos “Ellos, quizás, no son tan buenos como ellos, aunque se esfuercen al cien por cien”. El Profesor1 valoró el esfuerzo

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

realizado por estos estudiantes que tenían menos bases de física y que por tanto, les era más difícil captar los conceptos de los laboratorios.

Los estudiantes sabían desde el principio del semestre cómo serían evaluados y esta información podía ayudarlos a estructurar la asignatura y a planificarla. El hecho de que el maestro no imponga un criterio particular de evaluación, les manifiesta una actitud de valoración de las ideas de los estudiantes. Estos inician el semestre con esta actitud positiva de apertura e interés que les motiva a interactuar con el profesor, el cual les escucha. Empezar la asignatura con un ambiente de diálogo dispone a los estudiantes a manifestar sus dudas sin temor.

Con las calificaciones de los estudiantes se pretende alcanzar una cierta idea de la efectividad de la enseñanza, transmitida por los profesores de los laboratorios de física. El promedio de las tareas se calculó sumando todas las calificaciones obtenidas por un estudiante y eliminando la calificación más baja. De esta forma, si un estudiante no podía asistir a uno de los laboratorios, su calificación final no se vería afectada, según informó el maestro en un encuentro informal.

La calificación de cada una de las tareas se expone en la tabla 5-2 y estuvo alrededor de nueve, siendo diez el valor máximo. Es de destacar que casi la mitad de los estudiantes obtuvieron la nota máxima en una o más tareas. A la luz de estos resultados, puede deducirse que todos los estudiantes alcanzaron el nivel de los conocimientos esperados. Una posible interpretación al hecho de la escasez de una calificación final de diez lo indicó el propio Profesor1: “quizás unos pequeños cambios en los procesos de entrenamiento sean necesarios para conseguir el cien por cien”. Con otras palabras, tal vez los procesos de entrenamiento deban modificarse para que los estudiantes obtengan la máxima calificación, sin embargo, el Profesor1 no indicó a qué estrategia se refería, como si pretendiera abrir posibilidades de mejoras en el campo de los investigadores educativos.

Resultado de la investigación

EST	Mov	Ac1	Ac2	Sum	Cue	Com	Ene	Cam	Con	Ond	Pre
1	4,5	7	7,5	4,5	7	9	6	6,5	7,5	2	8
2	8	9	8,5	9,5	10	10	10	8	10	9,5	10
3	6,5	7,5	7,5	8,5	8,5	10	10	10	10	8	9
4	8	8	8,5	0	9,5	9	7	7	8	7	7
5	7,5	8	8	10	9	7,5	9,5	8	7	7	8,5
6	4,5	6	8	0	9	0	7,5	8,5	9,5	6	8
7	5	8	5,5	6,5	8,5	5,5	8,5	8	7,5	7,5	7,5
8	8,5	8,5	0	10	9	9	9,5	8,5	0	10	8,5
9	6,5	7,5	5,5	7,5	7,5	10	8	9,5	10	7,5	9,5
10	5	9,5	10	9	10	10	10	8	10	9,5	10
11	3,5	7	4,5	6	8,5	5,5	5,5	7	7,5	6	8,5
12	3,5	7,5	9,5	8,5	8,5	5	7	8	7,5	8,5	9,5
13	9	9,5	10	9	10	10	10	8	10	9,5	10
14	8,5	9	6	8	10	10	10	8	10	9,5	10
15	9	9,5	8	6,5	8,5	9	7	5	0	7,5	9,5
16	5	8	5,5	6	6,5	5	8	6	8	6,5	7,5
17	6	8,5	8,5	9	8,5	10	9	10	9	7,5	9

Tabla 5–2. Calificaciones de las tareas de los estudiantes del Profesor1.

Las calificaciones finales obtenidas por los estudiantes del Profesor1 fueron calculadas sumando el promedio de las tareas y la calificación del examen y dividiendo el resultado de la suma entre dos para finalmente sumar un punto por incluir una valoración del esfuerzo de los estudiantes. Este punto extra se trataba de un premio a la dedicación de los estudiantes que fueron a los laboratorios y entregaron las tareas relacionadas con los mismos. Los resultados de los cálculos realizados para obtener la calificación final de cada estudiante del semestre de primavera puede observarse en la tabla 5–3.

Finalmente, a los estudiantes también se les ofreció la oportunidad de opinar sobre el Profesor1 a través de un cuestionario,

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

el cual ya se comentó en el capítulo segundo dedicado a la metodología. Dicho cuestionario era opcional y los estudiantes decidieron por si mismos si lo cumplimentaban o no. Los resultados de dicho cuestionario se muestran en la tabla 5-4. De hecho, no todos los estudiantes del Profesor1 respondieron este cuestionario. Catorce de diecisiete estudiantes respondieron el cuestionario.

Las calificaciones que los estudiantes dieron al Maestro1 fueron mayoritariamente diez y ocho, en una escala de cero a diez, lo cual es una valoración del profesor muy alta. El valor promedio se situó en ocho, lo cual es bastante alto, aunque no sea la calificación máxima. Parece que los estudiantes estaban de acuerdo con el modelo de enseñanza empleado por el Profesor1 en los laboratorios. El Profesor1 sería recomendado por once estudiantes, de los catorce estudiantes que respondieron el cuestionario. Dos estudiantes estaban dudosos y sólo uno no lo aconsejaría a otro estudiante. Esto parece indicar que los estudiantes estuvieron muy satisfechos con el trabajo pedagógico del Profesor1.

Resultado de la investigación

ESTUDIANTES DEL PROFESOR1	TAREAS	EXAMEN	TOTAL
Estudiante1	6.7	8	8.4
Estudiante2	9.4	8.9	10
Estudiante3	8.9	8.7	9.8
Estudiante4	7.9	8.2	9
Estudiante5	8.3	8.1	9.2
Estudiante6	6.7	8.9	8.8
Estudiante7	7.3	8.8	9
Estudiante8	8.1	8.7	9.4
Estudiante9	8.3	8.2	9.3
Estudiante10	9.6	8.3	9.9
Estudiante11	6.6	8.3	8.4
Estudiante12	7.9	8.3	9.1
Estudiante13	9.7	9.7	10
Estudiante14	9.3	8.5	9.9
Estudiante15	7.9	9.3	9.6
Estudiante16	6.7	8.5	8.6
Estudiante17	8.9	8.7	9.8

Tabla 5-3. Calificaciones totales de los estudiantes del Profesor1.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

¿Qué nota le da al trabajo del profesor?	¿Recomendaría este profesor a otro estudiante?
8	SI
8	SI
10	SI
10	SI
8	SI
4	NO
8	SI
8	SI
10	SI
8	NO SE
8	SI
8	SI
6	NO SE
10	SI

Tabla 5-4. Los estudiantes puntuaron al Profesor1 entre cero y diez en cada una de las preguntas del cuestionario.

c) Ambiente creado por el Profesor1

Para analizar el ambiente creado por el Profesor1 en los laboratorios de física, se busca en los cuestionarios, las entrevistas y las observaciones. Las ideas expresadas por el Profesor1 se encuentran en los cuestionarios y las entrevistas, donde también aparecen algunos ejemplos de lo sucedido durante los laboratorios y que ejemplifican el ambiente creado por el Profesor1 en los laboratorios. Cuando el Profesor1 percibía que los estudiantes estaban cansados o atascados, actuaba como un buen amigo de los estudiantes y les ayudaba a relajarse y a “refrescarse”.

“Algunas veces, si a ellos les cuesta trabajo, intento tratarlos de forma amistosa durante unos minutos para que

Resultado de la investigación

se refresquen y cojan energía para continuar”. (Profesor1 en la entrevista)

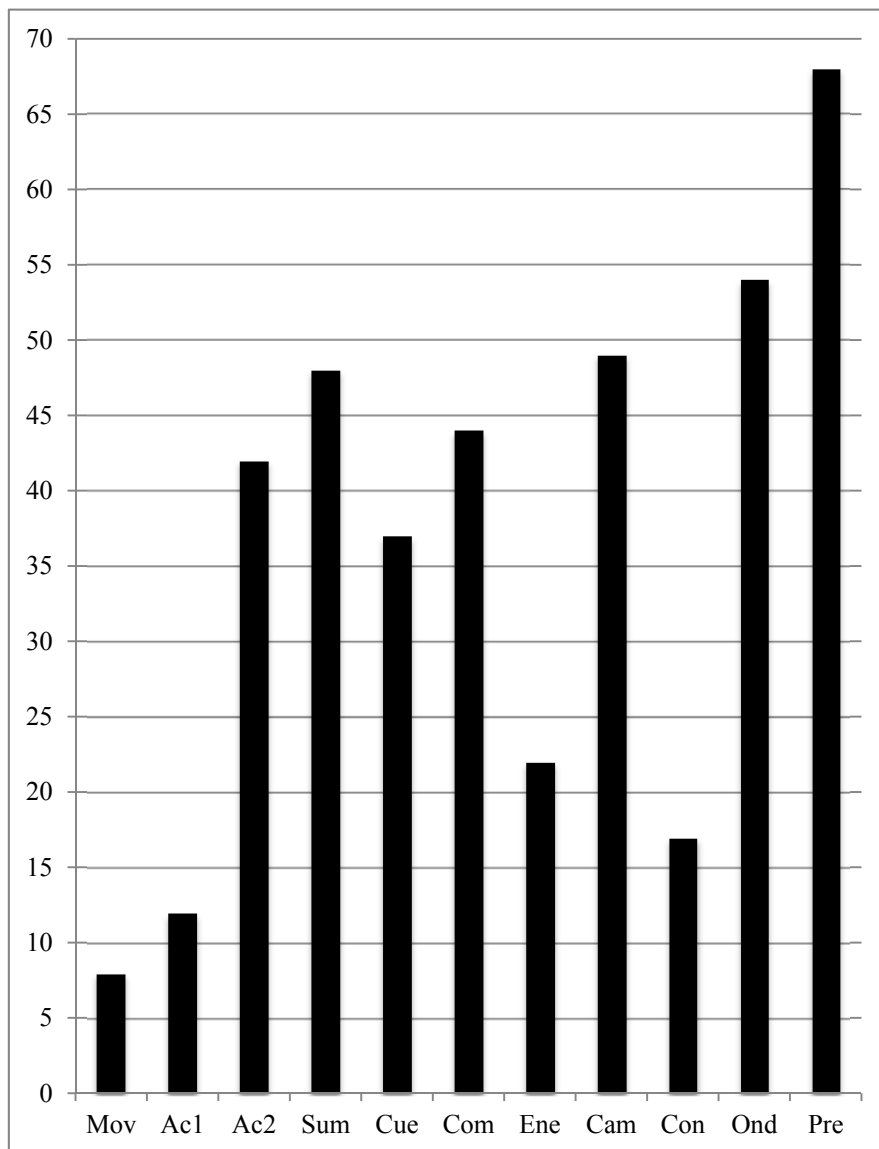
Por ejemplo, si los estudiantes de un grupo empezaban a aburrirse, el Profesor1 intentaba que desconectasen por unos minutos “si veo que algunos grupos se aburren, intento desconectar un poco”. El Profesor1 promovía los diálogos no relacionados con los contenidos de los laboratorios. De esta forma, los estudiantes se animaban y dejaban a un lado la apatía y la falta de concentración. Después de estos minutos de “desconexión”, los estudiantes tenían más energía y mejor concentración. Esto muestra que el Profesor1 estaba pendiente del estado de ánimo de los estudiantes y procuraba mantenerlos con buen ánimo. En general, el Profesor1 pretendía hacer la física divertida: “por unos minutos intento decir otra cosa, para que la física sea divertida”.

Según el Profesor1, el clima del laboratorio era bueno “el clima del laboratorio normalmente es bueno”, porque los estudiantes podían comunicarse entre ellos “los estudiantes hablan entre ellos en los grupos” y con el maestro “algunas veces hablan conmigo”, de manera que el ambiente era informal y amistoso “Sí, puedo hacerlo informal y amistoso, para que nuestros intereses vayan mejor”. Esta idea se comprueba con las observaciones, puesto que los estudiantes podían hablar incluso con otros grupos de estudiantes: “Un estudiante de un grupo habla con otro estudiante de otro grupo”. También podían salir y entrar del laboratorio: “Un estudiante sale del laboratorio, bebe agua y entra”. Con este ambiente, el Profesor1 pensaba que los estudiantes tenían libertad para razonar: “Pienso que los hace pensar con libertad.”.

Para explicar su idea, el Profesor1 puso como ejemplo a un estudiante que le costaba adquirir los contenidos del laboratorio: “si él o ella no es suficientemente inteligente” o tiene un carácter tímido o dudoso: “si es tímido, dudoso o parece dudar”. Dicho estudiante puesto en una situación muy formal o en un ambiente rígido “Si un estudiante es puesto en una situación muy formal”, según el Profesor1, le costará pensar con libertad o claridad y en consecuencia, adquirir los conocimientos trabajados durante el laboratorio. Por eso, el Profesor1 se decantó por un ambiente amistoso e intentó mantener los factores opresivos fuera de los laboratorios que atendió “intento mantener estos factores fuera de eso”.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Es destacable que el Profesor1 también sonrió con frecuencia, según se observó en varias ocasiones. Este hecho manifiesta que el Profesor1 no se mantenía con un rostro serio y rígido, típico todo lo contrario, al mostrar sus sentimientos de alegría, el Profesor1 abría la posibilidad de que sus estudiantes pudieran relajarse y no se sintieran obligados a contener sus sonrisas



Gráfica 5-3. Suma de las sonrisas de los estudiantes del Profesor1 en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

Resultado de la investigación

En la gráfica 5-3 aparecen las veces que sonrieron los estudiantes en cada laboratorio. El número de sonrisas se utiliza como una medida del ambiente amistoso en los laboratorios. En general, esta gráfica no aporta un patrón fijo sino una aleatoriedad de las sonrisas permitidas por el Profesor1 durante la realización de los laboratorios. Sin embargo, se observa que en los primeros laboratorios, los estudiantes casi no sonrieron. A partir del tercer laboratorio, los estudiantes van cogiendo confianza y el ambiente se va relajando. De forma que el número de sonrisas, aunque aleatorio, se mantiene en niveles más altos, que al principio del semestre.

Durante la entrevista, el Profesor1 dio la siguiente explicación a este resultado. El Profesor1 comentó que en los primeros laboratorios el ambiente no era tan bueno: “Así que, al principio, obviamente, la interacción y el clima no son tan buenos”, porque se debía adquirir la comunicación adecuada: “porque se necesita un tiempo para comprenderse mutuamente y comunicarse mejor”. Con el paso del tiempo mejoraron la comunicación y las interacciones amistosas: “Al pasar el tiempo, el clima mejora, quizás”. Resumiendo, el Profesor1 consiguió crear un ambiente relajado, permitiendo que los estudiantes sonrieran y se movieran con libertad.

d) Los materiales usados por el Profesor1

Las respuestas del Profesor1 con respecto a la categoría de los materiales se encuentran en los cuestionarios y en la entrevista. El Profesor1 especificó que utilizó en los laboratorios de física diversos materiales como la pizarra, los papeles, el ordenador y el montaje del laboratorio:

“Sin manos, el detector de movimiento, los ordenadores, el ventilador, el carro. Sin manos, el programa de datos, las cajas de madera, los carros, los carriles, la sonda de fuerza y los carros con ruedas. La pizarra, el montaje del laboratorio, el ordenador. Los papeles, la mesa, etc”. (Profesor1 en los cuestionarios y la entrevista)

El Profesor1 pensaba que los materiales que había en el laboratorio eran suficientes para una correcta comunicación con sus estudiantes, porque no necesitó usar otros materiales externos: “pienso que es bastante para ellos, porque no usé cosas de fuera del

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

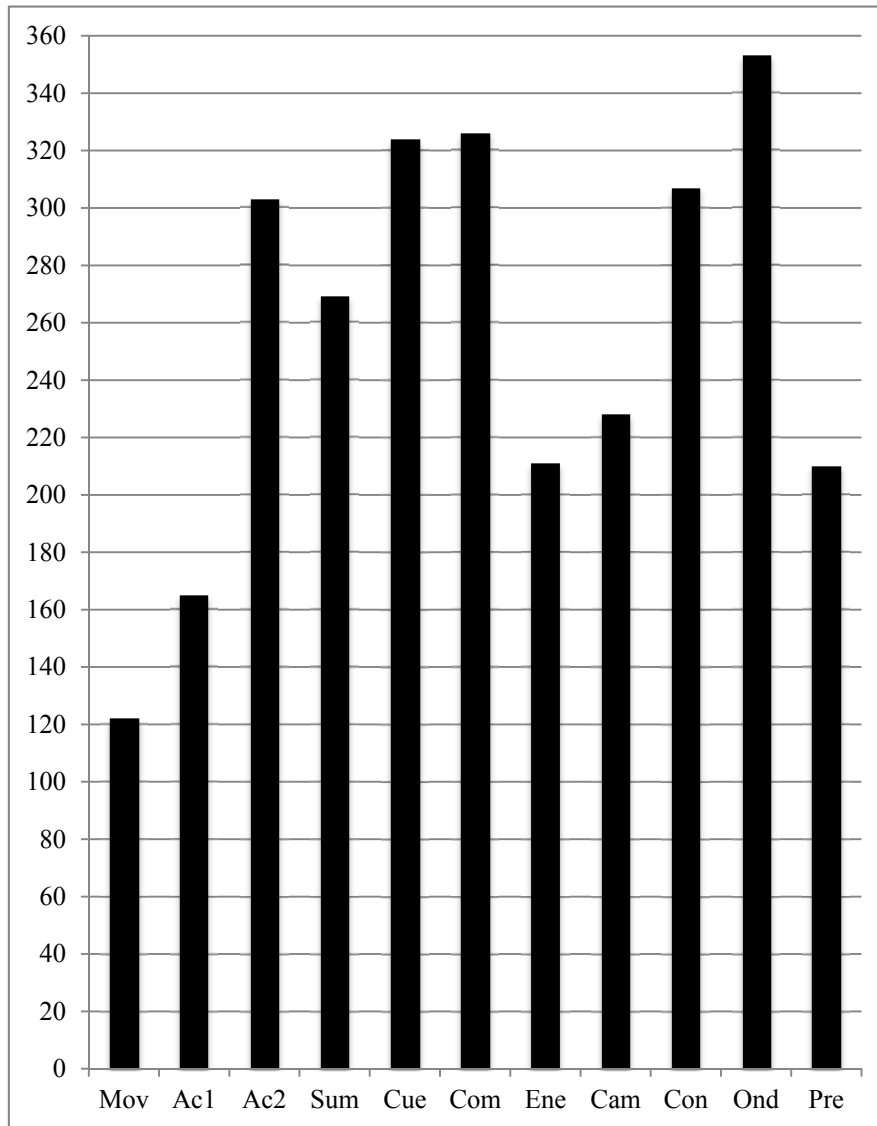
laboratorio, porque todo lo que necesito para comunicarme con ellos está en el laboratorio”. El Profesor1 no tuvo la necesidad de recurrir a otros materiales, ya sea por su desconocimiento de otros materiales o porque los laboratorios estaban suficientemente bien equipados como para cubrir las necesidades de cualquier maestro exigente.

“Bien si es un laboratorio fácil, como el primero, que no se mete en la profundidad de la física. Si se mete, entonces necesito más materiales para hacerles entender. Dependiendo del nivel de dificultad, dependiendo de cada laboratorio Así que depende del laboratorio”. (Profesor1 en los cuestionarios y la entrevista)

El Profesor1 no siempre empleó los mismos materiales en todos los laboratorios, sino que dependiendo de la dificultad de los contenidos escogía unos materiales u otros. Esto indica la versatilidad del maestro ante los materiales disponibles. El Profesor1 utilizó más materiales cuando los estudiantes más los necesitaron, es decir, cuando presentaban más problemas de comprensión con los conceptos físicos: “Si no lo entienden, uso el papel para dibujar y vuelvo a la pizarra. Uso fórmulas y dibujo el esquema de cómo sucede una colisión”.

El Profesor1 usó los diferentes materiales en tantas ocasiones como muestra la gráfica 5-4.

Resultado de la investigación



Gráfica 5-4. Suma de los materiales empleados por el Profesor1 en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

Durante las observaciones de los laboratorios de física se anotó que el Profesor1 empleó el papel, el material, la pizarra, las gráficas y el ordenador en orden de mayor a menor número de veces según se observa en la tabla 5-5. El uso de la pizarra muestra un ligero aumento de la frecuencia a lo largo del semestre. Con respecto al papel se observa que el Maestro1 también lo empleó con mucha frecuencia en todos los laboratorios.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

MATERIAL	Pizarra	Papel	Equipo	Ordenador	Gráfica
Mov	0	37	12	19	54
Ac1	9	92	18	5	41
Ac2	0	232	56	1	14
Sum	8	177	71	4	9
Cue	24	165	98	9	28
Com	35	148	62	34	47
Ene	39	171	1	0	0
Cam	47	164	17	0	0
Con	94	133	64	0	16
Ond	44	122	81	22	84
Pre	58	69	80	3	0
TOTAL	358	1510	560	97	293

Tabla 5-5. Número de veces que el Profesor1 usa cada material.

El Profesor1 comentó en la entrevista que no siempre usó los mismos materiales, sino que dependía del laboratorio. Por ejemplo, utilizó el material de la práctica con frecuencia excepto en algunos laboratorios como el de la energía. Los ordenadores los utilizó de forma aleatoria. En algunos laboratorios los usó con frecuencia como en el laboratorio de las componentes de la fuerza. Sin embargo, otras veces, el Profesor1 no empleó los ordenadores, como en el laboratorio de la energía.

Las gráficas fueron también usadas por el Profesor1 de forma aleatoria. Por ejemplo, utilizó más las gráficas en el laboratorio de las ondas y no las tuvo en cuenta en el laboratorio de la presión. En resumen, la suma de todos los materiales manejados por el Profesor1 en cada laboratorio parece progresar en los dos primeros laboratorios hasta llegar a un nivel, que se mantiene más o menos constante hasta el final del semestre. Dicho patrón se interpreta como si el Profesor1 aumentara inicialmente su uso de los materiales hasta un cierto nivel,

Resultado de la investigación

el cual consideraba adecuado para resolver los problemas de comprensión de los estudiantes y por tanto mantuvo hasta el final del semestre.

e) El Profesor1 pregunta a los estudiantes

El Profesor1 era consciente de que preguntó a los estudiantes durante los laboratorios de física, según manifestó en la entrevista, preguntó a los estudiantes de diversas formas y con diversas perspectivas.

“sino están consiguiendo hacer los problemas, entonces les tengo que preguntar cuestiones paso a paso, así conseguirán la respuesta por ellos mismos”. (Profesor1 en la entrevista)

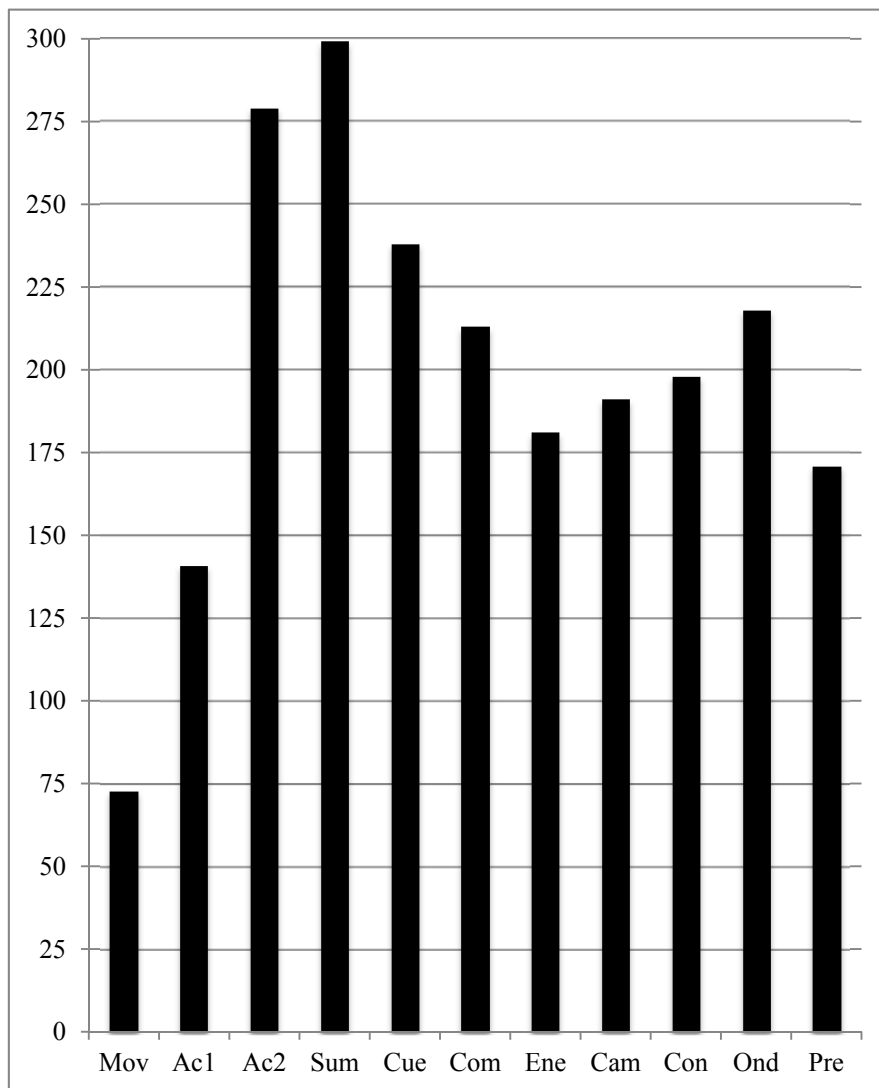
Durante la entrevista, el Profesor1 preguntó cuestiones para ayudar a los estudiantes a que obtuviesen la respuesta por ellos mismos, de esta forma, aprendieron a resolver los problemas planteados en los laboratorios: “Intento preguntar la cuestión correcta. Ellos la responden y aprenden a resolver los problemas”. Paso a paso, el Profesor1 guió a los estudiantes en el avance de sus conocimientos y en mejorar su comprensión de los conceptos físicos. Esta guía se realizó mediante las preguntas del Profesor1 a los estudiantes y no mediante sus explicaciones. Prueba de ello es que Profesor1 afirmó su preferencia a hacer preguntas en vez de dar respuestas: “Así que prefiero preguntar a dar las respuestas”.

El Profesor1 también utilizó las preguntas para confirmar si los estudiantes estaban entendiendo los conceptos: “Algunas veces intuyo que en el laboratorio debería preguntar cuestiones sólo para asegurarme de que lo están entendiendo” o para localizar posibles atascos o problemas conceptuales o procedimentales: “Por lo que voy alrededor y les pregunto dónde están atascados o porqué obtienen eso, si tienen algún problema o no”. En definitiva, el Profesor1 preguntó para comprender lo que estaba sucediendo a su alrededor y para identificar cuando los estudiantes estaban confusos: “Yo suelo preguntarles si están confusos” con el fin de aclararles los conceptos trabajados en los laboratorios.

En las observaciones se verifica que el Profesor1 preguntó a los estudiantes. El número de veces que el Profesor1 preguntó a los estudiantes se muestra en la gráfica 5-5. En dicha gráfica se observa

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

una frecuencia alta en las preguntas, además de ser casi constante. Puede que esta frecuencia alta se deba al interés del Profesor1 en interaccionar con los estudiantes y en conocer sus ideas y problemas para poder ayudarles mejor. Una de las perspectivas prioritarias del Profesor1 era ayudar a los estudiantes, como ya se vio en la primera categoría, la dedicada a las perspectivas del Profesor1.



Gráfica 5-5. Suma de las preguntas del Profesor1 a los estudiantes en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

Resultado de la investigación

a) *El Profesor1 dialoga con los estudiantes*

El Profesor1 dialoga frecuentemente con los estudiantes según indica en la entrevista: “Normalmente converso con los estudiantes” fundamentalmente sobre la materia “principalmente hablamos de contenidos académicos”. El Profesor1 utilizó esta estrategia para ayudar a los estudiantes a adquirir los contenidos conceptuales y procedimentales de los laboratorios, porque comentó que utilizó los diálogos cuando los estudiantes presentaban problemas o estaban atascados en los contenidos trabajados en los laboratorios:

“Cuando están atascados o no han conseguido resultados, levantan la mano y conversamos”. (Profesor1 en la entrevista)

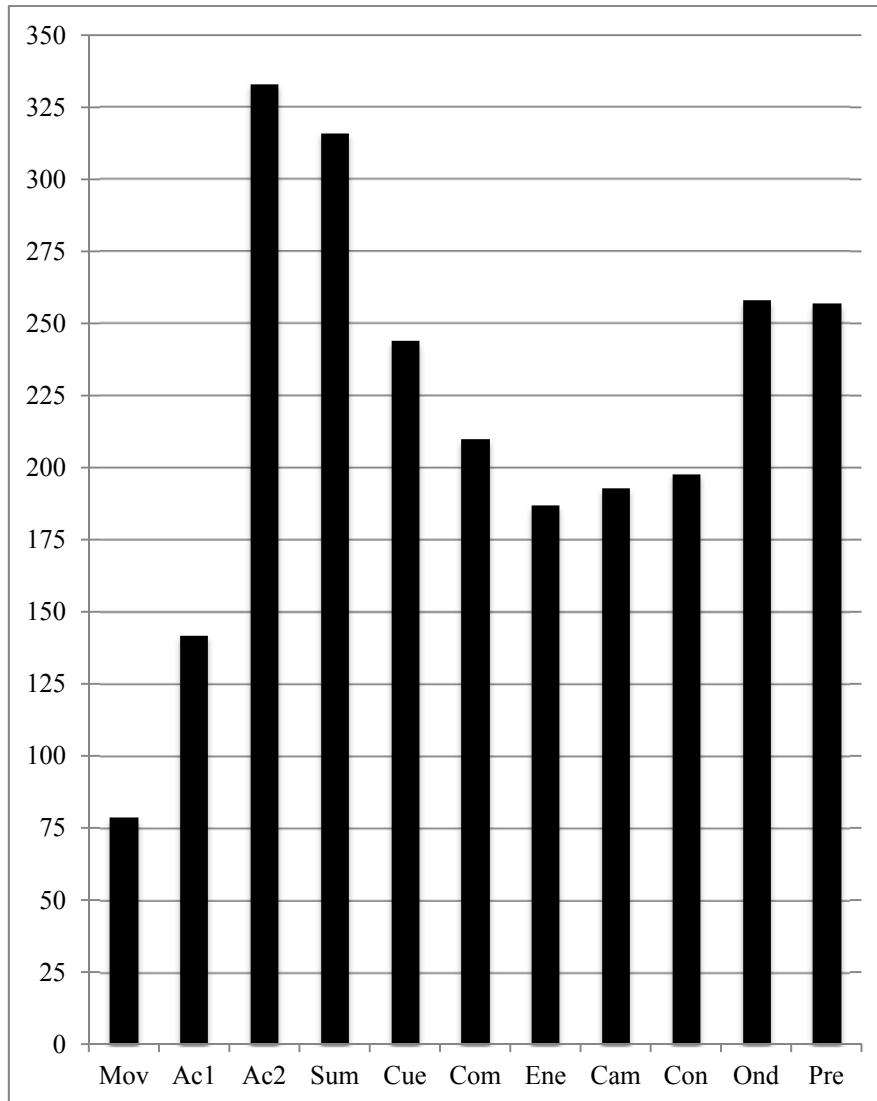
El Profesor1 diferenciaba los laboratorios que planteaban más dificultades y opinó que en esos laboratorios más difíciles se dialogó más, porque los estudiantes presentaron mayores dificultades: “Así que pienso que en estos dos laboratorios, probablemente tienen más dudas y pueden tener más dificultades en estos dos laboratorios, por lo que hablé más que en los otros”. De donde se deduce que Maestro1 se adaptó a los estudiantes y a sus necesidades. Otro ejemplo de como el Profesor1 adaptaba su enseñanza a las necesidades de los estudiantes es su idea de tener que prestar más atención y hablar más con los estudiantes que no tenían las bases necesarias para adquirir los conceptos trabajados en el laboratorio:

“Si no tienen conocimientos de física o no los tienen de ingeniería, puedo hacerme una idea. Así que, si no lo tienen, entonces es cuando tengo que ir a ellos más y hablarles más y aclararles los conceptos y ayudadles más”. (Profesor1 en la entrevista)

Para comprobar si el Profesor1 es coherente se analizan las observaciones. Se busca la frecuencia de los diálogos y se representa en la gráfica 5–6. Esta gráfica indica un grupo de varios laboratorios, concretamente los laboratorios de la aceleración en dos dimensiones y de la suma de las fuerzas, en los cuales el Profesor1 dialogó más que en el resto de los laboratorios. De la gráfica también se deduce que en general existió una alta frecuencia de diálogos en todos los laboratorios, más de setenta y cinco. En los primeros laboratorios, la frecuencia estuvo por debajo de ese valor. Después de la alta

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

frecuencia de diálogos en el cuarto y quinto laboratorios, los diálogos fluctuaron alrededor de una frecuencia aproximadamente constante.



Gráfica 5-6. Suma de los diálogos entre el Profesor1 y los estudiantes en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

Resultado de la investigación

SECUENCIAS	Preguntas – Diálogos	Diálogos – Preguntas
Mov	54	19
Ac1	78	8
Ac2	137	9
Sum	151	1
Cue	138	1
Com	114	0
En	78	1
Cam	108	0
Con	124	0
Ond	123	7
Pre	97	16

Tabla 5–6. Secuencia de preguntas y diálogos iniciados por el Profesor1 con los estudiantes de cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

Una posible interpretación del patrón anterior consistiría en el desconocimiento inicial entre el Profesor1 y los estudiantes que van al laboratorio. Una vez superada esta barrera del desconocimiento, los estudiantes se relajaron y dialogaron más con el Profesor1.

Resulta interesante comparar los diálogos y las preguntas. Los resultados de la comparación se muestran en la tabla 5–6, en la cual se observa la existencia de una muy buena correlación entre las preguntas y los diálogos con una ligera diferencia a favor de los diálogos. Lo anterior parece indicar que los diálogos son iniciados por las preguntas, como si el Profesor1 pretendiera motivar a los estudiantes a dialogar iniciando las conversaciones con preguntas. Se observó que la secuencia más seguida por el Profesor1 era preguntar primero y luego dialogar, en vez de dialogar y luego preguntar.

b) Evolución del Profesor1

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

La evolución del Profesor1 se analiza a partir de las diferencias observadas en los laboratorios de igual contenido y de semestres diferentes. En concreto, se han analizado los primeros cinco laboratorios de los semestres de otoño y de primavera. Los estudiantes no son los mismos y esto puede influir en los cambios del Profesor1, pero en general, los estudiantes de ambos semestres tienen las mismas características. Los estudiantes son jóvenes que cursan su primer año universitario.

Otro aspecto que puede influir en el resultado total es el número desigual de estudiantes de un semestre con respecto al otro semestre. Para minimizar este efecto se han dividido los números obtenidos en los anteriores apartados del presente capítulo para cada uno de los laboratorios entre el número de estudiantes que hubo en cada semestre. Con el Profesor1 se matricularon dieciséis estudiantes en el semestre de otoño y diecisiete estudiantes en el semestre de primavera, por tanto, este último aspecto no es tan importante para el estudio de caso del Profesor1.

Finalmente, otro aspecto que podría influir sería un posible cambio en el observador, el cual podría ser inconsistente en su forma de realizar las observaciones. Entre el primer laboratorio observado al comienzo del semestre de otoño y el primer laboratorio del comienzo del semestre de primavera hay una diferencia de cinco meses. En ese espacio de tiempo no se modificó la técnica de observación. La técnica usada consistió en asistir a los laboratorios, observarlos sin intervenir y tan sólo anotar en un cuaderno de notas cuanto sucedía.

Al analizar las respuestas del Profesor1 en los cuestionarios se encontró que no cambió sus ideas a lo largo del semestre, puesto que las respuestas fueron similares en las tres diferentes ocasiones en las cuales se pasaron los cuestionarios. Según comentó el Maestro1 durante la entrevista, él usó estrategias similares en todos los laboratorios: “no usé diferentes estrategias, es lo que suelo hacer”. Por tanto, el Profesor1 da a entender que no cambió de estrategias, las cuales consistían fundamentalmente en emplear los materiales disponibles en el aula del laboratorio, preguntar y dialogar con ellos.

El Profesor1 indicó que estaba satisfecho con su práctica: “hago lo mismo, puesto que funciona”. Esto parece indicar que no estaba interesado en mejorar sus estrategias o simplemente que desconocía la existencia de estrategias más efectivas. Sin embargo, el Profesor1

Resultado de la investigación

también comentó que le gustaba enseñar diferentes laboratorios para ganar experiencia en otros campos pedagógicos: “Normalmente prefiero enseñar diferentes laboratorios, porque ganas más experiencias en otros campos”. Esto indica cierto interés por conocer otras experiencias de enseñanza.

EVOLUCION	Mov	Ac1	Ac2	Sum	Cue
Ayudas					
Otoño	0.2	0.4	0.2	0.8	3.4
Primavera	1.7	0.3	4.6	2.7	2.9
Ambiente					
Otoño	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
Primavera	0.5	0.7	2.5	2.8	2.2
Preguntas					
Otoño	0.1	0.1	0.5	2.6	1.4
Primavera	4.3	8.3	16.4	17.6	14
Diálogos					
Otoño	0.6	0.3	1.2	3.3	2.6
Primavera	4.6	8.3	19.6	18.6	14.3
Materiales					
Otoño	1.7	1.2	1.6	4.7	5.4
Primavera	7.2	9.7	17.8	15.8	19
Total					
Otoño	2.7	2.1	3.6	11.5	13.1
Primavera	18.3	27.3	60.9	57.5	52.4

Tabla 5–7. Evolución del Profesor1 entre el semestre de otoño y el de primavera.

La tabla 5–7 muestra los cambios del Maestro1 al comparar los primeros cinco laboratorios de los dos semestres. Para calcular esos cambios se suman las veces que el Maestro1 ayudó a sus estudiantes,

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

las veces que utilizó todos los materiales del laboratorio, las preguntas y los diálogos que tuvo con los estudiantes, además del número de ocasiones en las que los estudiantes sonrieron en cada uno de los laboratorios. Finalmente, se dividió entre el número de estudiantes. La valoración que hizo el Profesor1 de los estudiantes en el semestre de otoño se desconoce. Los únicos resultados de los estudiantes que cedió la NMSU fueron los del semestre de primavera. Por tanto, es imposible saber si Maestro1 cambió o no con respecto a su forma de evaluar a los estudiantes.

Los resultados de la tabla 5–7 ponen de manifiesto la mejoría del conjunto de las categorías del semestre de primavera con respecto al semestre del otoño. También se deduce que existió una mejora gradual del Profesor1 con respecto a las categorías observadas durante los primeros cinco laboratorios del otoño y los dos primero del semestre de primavera. A partir de entonces, se mantuvo en un nivel alto y constante. Esto parece indicar una evolución positiva del Profesor1 en el aumento de las categorías analizadas en la presente tesis. El Profesor1 ayudó más a los estudiantes, utilizó más materiales, dialogó y preguntó a los estudiantes con mayor frecuencia y estos rieron más que en el semestre de primavera en comparación con los laboratorios del otoño.

2.2. El Profesor2

El Profesor2 nació en la costa sur de la India, donde obtuvo la licenciatura de Ciencias Físicas. Luego viajó a los Estados Unidos y en la NMSU inició la tesis de doctorado. Para suplir los gastos económicos empezó a enseñar a los estudiantes de los laboratorios de física.

a) *Perspectivas del Profesor2*

“Espero que los estudiantes aprendan el concepto de la pendiente y la relación entre la velocidad, la posición y la aceleración. Espero que los estudiantes aprendan el cambio de la energía cinética del trabajo realizado en el momento y el teorema del impulso–momento. Mi propósito es que obtengan los conceptos” (Profesor2 en los cuestionarios y la entrevista)

Resultado de la investigación

El Profesor2 expresó sus Perspectivas en los cuestionarios y la entrevista. El objetivo que el Profesor2 esperó de las clases de los laboratorios se relaciona directamente con los estudiantes. Su propósito consistió en que los estudiantes adquiriesen los conceptos de la física experimentados en los diferentes laboratorios y que aprendiesen las leyes físicas que los relacionan: “Que los estudiantes valoren la magnitud de las fuerzas basándose en la segunda ley de Newton y la tercera ley”. Parece ser que el objetivo del Profesor2 se concentró en ayudar a los estudiantes para que entendieran mejor los conceptos: “Tengo que ayudarles con los cálculos y con los conceptos para que los entiendan mejor”. La forma en la cual el Profesor2 pretendió ayudar a sus estudiantes, da también idea de sus perspectivas. El Profesor2 utilizó diferentes pautas para que los estudiantes construyeran sus propios conocimientos, guiándolos indirectamente y haciendo que los estudiantes respondieran a sus propias preguntas:

“Intento darles una pista e intento dejarles que den la respuesta. Me gusta indirectamente hacerles responder. No les doy directamente, no les respondo las cuestiones”.
(Profesor2 en la entrevista)

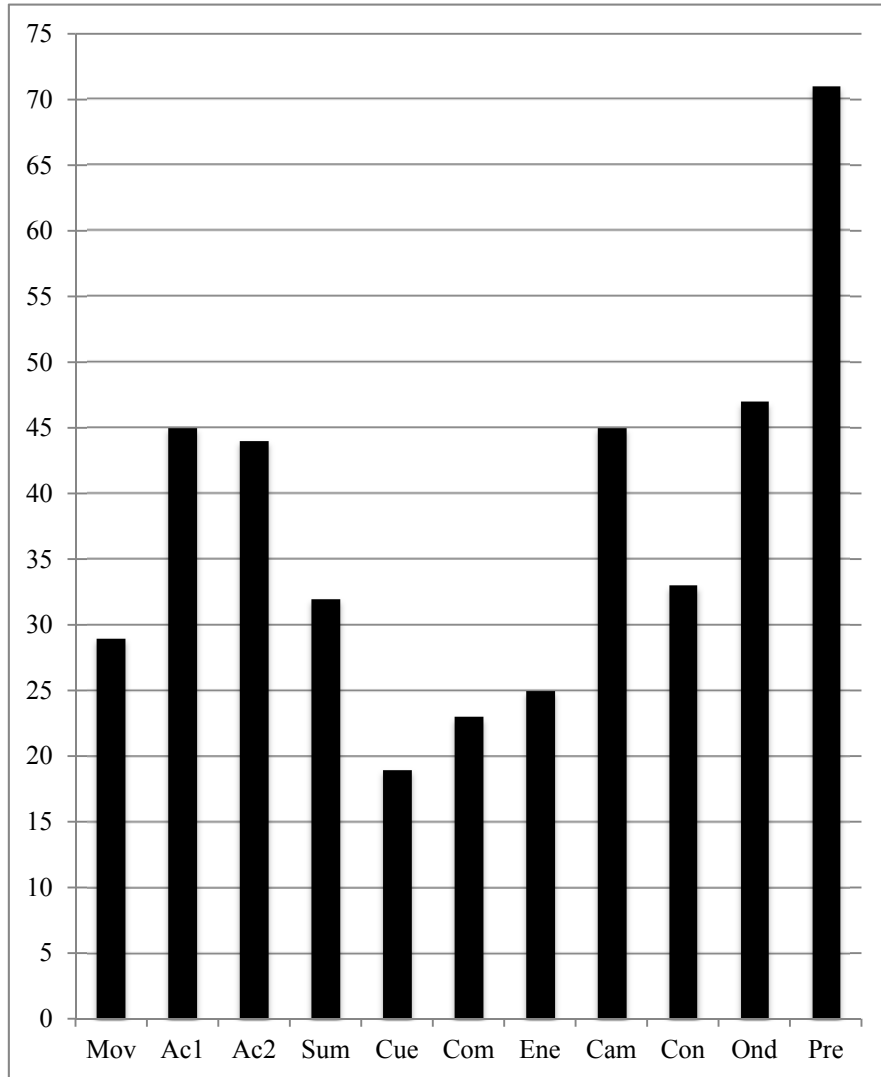
El Profesor2 consideró como un “deber” el ayudar a los estudiantes e indicarles los errores que mostraban con los conceptos físicos: “si sé algo, debo ayudarles. Es mi deber decirles que lo están haciendo mal y que tienen que mejorar o algo así”. Para ayudar a todos sus estudiantes, el Profesor2 intentó aprender: “Intento aprender y ayudar a los estudiantes con las tareas”, pues reconoció que no todos los estudiantes tenían el mismo nivel, por tanto, algunos estudiantes necesitaban más ayuda:

“intento ayudar a esos estudiantes que necesitan más ayuda. Esos estudiantes que después de que el laboratorio ha terminado no han sido capaces de terminar. Intento ayudarles más”. (Profesor2 en la entrevista)

La coherencia entre las palabras del Profesor2 y sus acciones en los laboratorios se analiza con las observaciones. Se obtiene el número de veces que el Profesor2 proporcionó su ayuda a los estudiantes. La representación gráfica de este objetivo puede encontrarse en la gráfica 5–7. De la gráfica destaca la alta frecuencia de ocasiones en las cuales el Profesor2 ayudó a sus estudiantes y dicha frecuencia se mantuvo

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

más o menos constante durante varios laboratorios consecutivos. Esto indica que el Profesor2 consideró el ayudar a los estudiantes como uno de las perspectivas básicas de su enseñanza.



Gráfica 5-7. Suma de las veces que el Profesor2 ayudó a los estudiantes con sus dudas en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

b) Efectividad del Profesor2

Al principio de la asignatura, el Profesor2 preguntó a los estudiantes si les parecía bien las herramientas que pensaba usar para evaluarlos: las tareas y el examen final, donde el estudiante explicaría

Resultado de la investigación

oralmente uno de los laboratorios de física trabajados durante el semestre. El Profesor2 también pareció negociar los métodos de evaluación con los estudiantes, aunque los estudiantes no pusieron ninguna objeción a las propuestas del Profesor2. El Profesor2 intentó conocer las bases de los estudiantes: “He intentado conocer sus bases” y encontró diferencias entre los estudiantes: “puedo decir que depende de sus diferencias”. Encontró diferencias en la comprensión: “depende de su nivel de entendimiento” o en la facilidad de “captar” los conceptos físicos: “Eso depende de cómo los estudiantes capten, lo rápido que lo capten”. Por ejemplo, el Profesor2 comentó que los estudiantes de química mostraban menos interés en los laboratorios: “los estudiantes con menos interés son los de química y a ellos les cuesta entender”, porque no les gustaban las matemáticas: “porque ellos dicen que no le gustan las matemáticas y sin matemáticas no puedo enseñar física”.

También comentó que sin conceptos matemáticos no se podía enseñar la física adecuadamente. Tan sólo el treinta o cuarenta por ciento de los estudiantes del laboratorio estaban interesados en adquirir los contenidos de los laboratorios: “Muy pocos, de toda la clase, el treinta o cuarenta por ciento de los estudiantes muestran que realmente quieren aprender los conceptos”, según indicó Profesor2. Todos estos ejemplos informan como el Profesor2 prestó atención a los conocimientos de los estudiantes y sus intereses o falta de ellos.

El Profesor2 valoró como características positivas de los estudiantes la forma de pensar: “Todos los estudiantes no tienen la misma manera de pensar” y de aprender con rapidez: “La mayoría de las veces, la respuesta está bien y ellos salen pronto”, “Todos los estudiantes no son iguales a la hora de aprender. Algunos son rápidos”, “Algunos aprenden más rápido y otros más despacio” “Pienso que aprenden muy rápido”. El Profesor2 también reconoció que los estudiantes se ayudaban unos a otros: “ellos se ayudan entre ellos”, “tienen muy buena coordinación entre ellos”.

Finalmente, el Profesor2 comparó los estudiantes norteamericanos de los laboratorios con los estudiantes de su país y encontró grandes diferencias: “En mi país no es así”. Por ejemplo, los norteamericanos no querían ser controlados: “Lo que he notado es que los estudiantes no quieren mucho control sobre ellos”, “Ellos quieren ser más libres”, mientras que los estudiantes de la India eran muy

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

controlados incluso siendo universitarios: “Aun estando en el nivel de la licenciatura, cuando vas a la universidad, estás muy controlado por el maestro”.

En la tabla 5–8 se encuentran cada una de las calificaciones obtenidas por los estudiantes en las tareas y en la tabla 5–9 la calificación final, la cual se está alrededor de nueve, siendo diez la calificación máxima. Aunque esta calificación media es alta, pocos estudiantes obtuvieron la calificación máxima en alguna de las tareas. El Profesor2 no esperaba unos resultados máximos: “No espero que obtengan un cien por cien”, porque era muy difícil “Es muy difícil” para estudiantes con escasos conocimientos de física: “Porque no están haciendo la carrera de física”. Lo anterior parece indicar que el Profesor2 era muy exigente con los estudiantes, ya que rara vez concedió la máxima calificación. El Profesor2 reconoció durante la entrevista que los estudiantes lo consideraban “duro” al calificar las tareas: “Lo que mis estudiantes dicen es que soy muy duro corrigiendo”.

EST	Mov	Ac1	Ac2	Sum	Cue	Com	Ene	Cam	Con	Ond	Pre
1	6,1	5,8	5	7,5	8,5	7	4	8,5	5,5	6	4,5
2	6,7	7,1	6,9	8,8	8	8,5	7,5	8,5	7,5	6,5	7
3	3,9	7,1	5	5,4	8	8	0	9,5	9	7	7
4	6,1	7,1	5,9	8,3	6,8	8	4,5	7	8	8,5	6
5	7,8	6,3	8	7,1	8,8	6,5	8,5	8,5	10	9,5	7,5
6	8,9	7,9	8,4	0	4	2	4,5	7	1	8,5	8,5
7	7,8	5,4	6,9	9,6	9,5	9	7	10	10	10	8
8	8,3	7,9	6,9	8	7,8	7,5	8	6	8	8,5	8
9	5	4,2	4,1	5,8	6,8	2,5	7,5	1	7,5	9,5	7
10	7,8	7,5	4,4	5	9	9,5	8	7	7,5	5,5	7,5
11	9,4	8,3	7,8	8,8	7	7,5	8	7	6,5	7	0
12	8,3	7,5	7,8	8,3	8,5	9	8	9,5	4,5	5	8,5
13	4,4	7,5	5,3	7,9	8	9	8,5	7	9,5	9,5	6,5
14	8,9	9,2	7,5	9,2	9,3	9,5	6,5	5	8	8,5	8

Tabla 5–8. Calificaciones de las tareas de los estudiantes del Profesor2

Resultado de la investigación

ESTUDIANTES DEL PROFESOR2	TAREAS	EXAMEN	TOTAL
Estudiante1	6.4	8.6	8.5
Estudiante2	7.6	9	9.3
Estudiante3	6.9	8.6	8.8
Estudiante4	7.1	8.8	9
Estudiante5	8.2	8.6	9.4
Estudiante6	6	9.3	8.7
Estudiante7	8.7	8.6	9.7
Estudiante8	7.8	8.8	9.3
Estudiante9	5.9	9.1	8.5
Estudiante10	7.4	8.7	9.1
Estudiante11	7.7	9.5	9.6
Estudiante12	8	9.1	9.6
Estudiante13	7.8	8.1	9
Estudiante14	8.4	9.4	9.9

Tabla 5–9. Calificaciones totales de los estudiantes del Profesor2.

La más baja calificación, el cero, aparece en algunas tareas, pero esto puede deberse a la forma de evaluar que tuvo el maestro de los laboratorios, puesto que se eliminaba la calificación más baja si los estudiantes perdían algún laboratorio: “Quitamos la calificación más baja, así que si habían perdido algún laboratorio, tendrían cero”.

Otro aspecto a considerar en la presente categoría es la opinión que los estudiantes tuvieron de su maestro. Los catorce estudiantes del Profesor2 respondieron el cuestionario cuyo resultado se muestra en la tabla 5–10. El Profesor2 obtuvo una calificación media de ocho, lo cual es alta. Once estudiantes recomendarían a otro estudiante que asistieran a los laboratorios del Profesor2, uno no sabía y sólo dos no se lo aconsejarían. Sin embargo, el Profesor2 no estaba de acuerdo con los resultados anteriores, porque opinaba de sí mismo que no era muy buen maestro: “pienso que no soy muy buen profesor”. Además, tenía la idea de que sus compañeros de trabajo en los laboratorios eran

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

mejores: “mi promedio es menor al compararlo con otros”. Las razones de ello, según el Profesor2, fueron su incapacidad para leer las mentes de los estudiantes: “No puedo leer sus mentes” y conocer sus razonamientos: “No sé por qué ellos piensan así”. El Profesor2 concluyó que los propios estudiantes podían determinar cómo mejorar la práctica del profesor: “Quizás, ellos piensan que puedo hacerlo mejor”. Esto indica que el Profesor2 valoraba en gran medida las opiniones de los estudiantes.

¿Qué nota le da al trabajo del profesor?	¿Recomendaría este profesor a otro estudiante?
8	SI
8	SI
8	SI
4	NO
8	NO SE
10	SI
10	SI
8	SI
10	SI
10	SI
8	SI
10	SI
10	SI
6	NO

Tabla 5–10. Los estudiantes puntuaron al Profesor2 entre cero y diez en cada una de las preguntas del cuestionario.

c) *Ambiente creado por el Profesor2*

Durante la entrevista, el Profesor2 sonrió varias veces, de esta forma manifestó su alegría natural, la cual pudo propagar como maestro al ambiente de los laboratorios. El Profesor2 comentó en varias ocasiones que el ambiente era amistoso:

“Si te fijas en el ambiente es muy amistoso” casi todo el tiempo: “Así que la mayoría del tiempo es muy amistoso”, porque pensaba que con ese tipo de ambiente se facilitaba el aprendizaje: “Porque de esta forma se puede aprender”.

Al Profesor2 no le importaba relajar el ambiente del laboratorio: “Es muy amistoso y no me importa si lo relajo”, porque no le gustaba el ambiente estricto: “no me gusta que sea muy estricto como en el

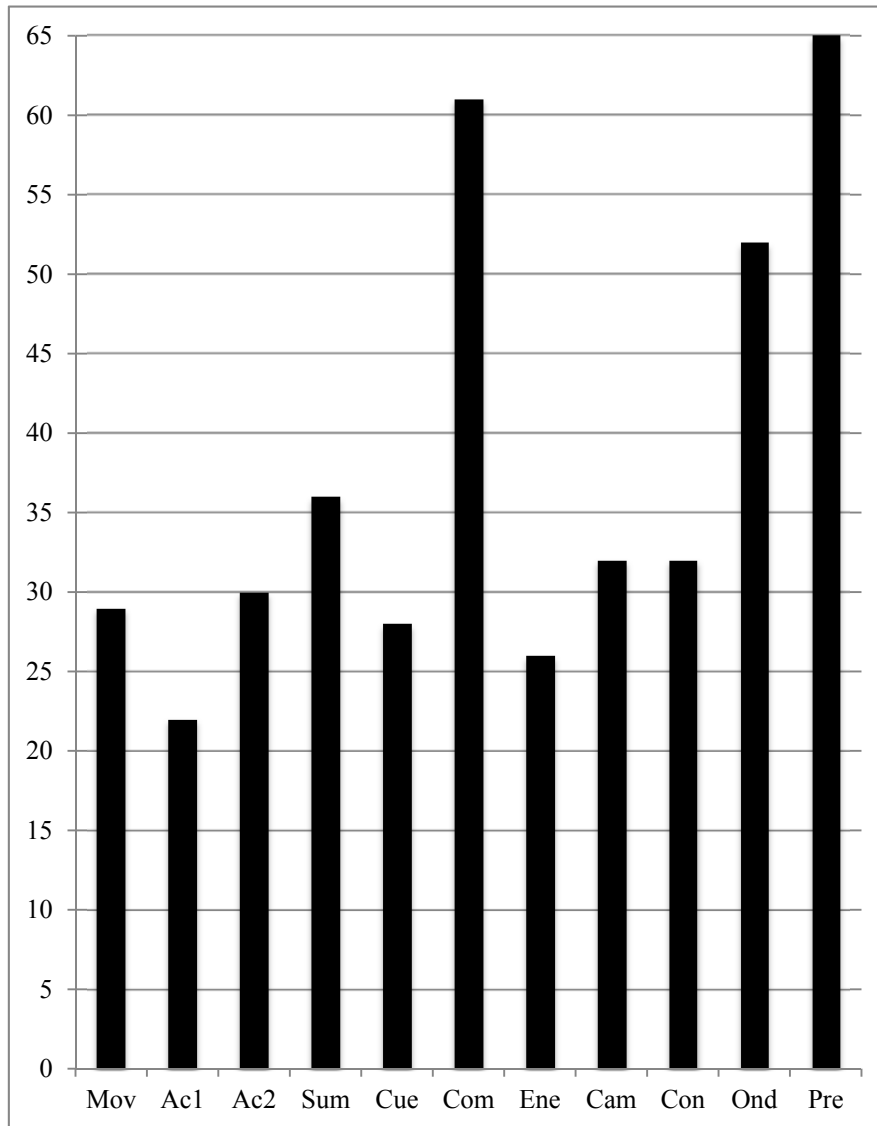
Resultado de la investigación

instituto” ni tener que exigir o mandar a los estudiantes: “no me gusta ser como muy mandón”. El Profesor2 prefería un ambiente, donde los estudiantes tuvieran libertad:

“Lo que he notado en mi laboratorio es que hay realmente, realmente, mucha libertad”. (Profesor2 en la entrevista)

Un motivo en el que se apoyaba el Profesor2 para este tipo de ambiente era el que facilitaba el poder hablar: “Un estudiante de un grupo habla con otro grupo”. Dicho ambiente de relajación y libertad no dejaba de ser ordenado, según comentó el Profesor2: “pero eso no significa que sea caótico ni desordenado”. Además se mantenía un buen y respetuoso comportamiento en los laboratorios: “ellos respetan”, “Ellos se comportan bien”. Por ejemplo, el Profesor2 no obligó a sus estudiantes a pedir permiso para salir del aula del laboratorio: “Yo les digo que no tienen que preguntar si quieren ir al servicio y beber agua”. Los estudiantes podían salir y entrar sin necesidad de pedir permiso al maestro: “Ellos van y vuelven”. Esta forma de actuar es corroborada por las observaciones de los laboratorios.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)



Gráfica 5-8. Suma de las sonrisas de los estudiantes del Profesor2 en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

En la gráfica 5-8 se representa el número de veces que los estudiantes sonrieron en cada uno de los laboratorios atendidos por el Profesor2. Esto da cierta idea del ambiente amistoso de los laboratorios. En esta gráfica se obtiene que los estudiantes pudieran sonreír en todos los laboratorios con una frecuencia constante, aunque lo hicieron más en algunos laboratorios, como en los dos últimos laboratorios. Esto indica que el ambiente fue en general muy amistoso

Resultado de la investigación

y relajado, lo cual coincide con los comentarios del Profesor2 durante la entrevista.

d) Los materiales usados por el Profesor2

“Pizarra, tiza, carros, ventilador y ordenador. Carros, bloques de masas, ordenador, pizarra y tiza. Rampa de madera, bola de acero y tabla de apoyo. Empleo diez minutos introduciendo el tema como todas las partes importantes, las fórmulas importantes, que irán a usar en el laboratorio”. (Profesor2 en la entrevista)

Las respuestas del Profesor2 con respecto al uso que le dio a los materiales del laboratorio, en los cuestionarios y la entrevista aparecen en el cuadro número quince. El Profesor2 era consciente de su uso de los materiales entre los que incluyó la pizarra y el material de la práctica según expuso en los cuestionarios y la entrevista.

Los resultados de las observaciones se muestran en la tabla 5–12. El Profesor2 usó varios materiales como el equipo del laboratorio y la pizarra. También utilizó el papel del laboratorio, las gráficas y el ordenador. El orden de uso de los diferentes materiales de mayor a menor es el siguiente: el papel, la pizarra, el material, las gráficas y el ordenador. Así pues, el Profesor2 usó principalmente materiales tales como la pizarra o los papeles, los cuales facilitaron sus aclaraciones y le ayudaron a introducir las fórmulas relevantes de cada laboratorio:

“Empleo diez minutos introduciendo el tema como todas las partes importantes, las fórmulas importantes, que irán a usar en el laboratorio”. (Profesor2 en la entrevista)

El motivo por el cual el Profesor2 utilizó tantos materiales era por tratarse de laboratorios con experimentos: “Usamos muchos aparatos. Porque es experimental”, donde los estudiantes podían experimentar y visualizar los conceptos físicos. No todos los laboratorios se entendían usando únicamente el papel y el lápiz: “porque es difícil para ellos leer teoría con papel y lápiz”. El Profesor2 opinó que los estudiantes adquirirían mejor los conceptos si visualizaban por sí mismos o con ayuda del material del laboratorio, conceptos tan abstractos como la trayectoria de los objetos en movimiento:

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

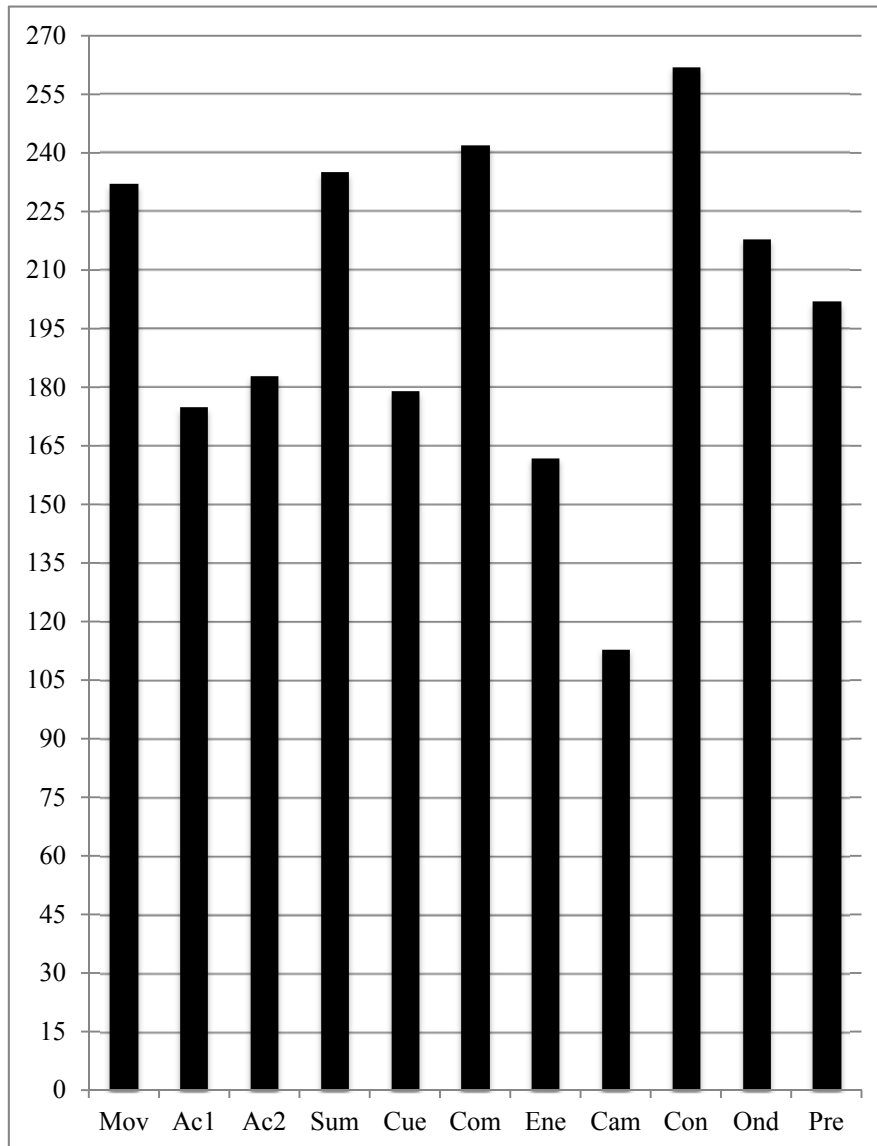
“Este es el por qué se les ocurrió esa idea de poner cámaras e intentar, en vez de dibujar la trayectoria, que los estudiantes realmente lleguen a fotografiar el movimiento de los objetos”. (Profesor2 en la entrevista)

La tabla 5–11 muestra las veces que el Profesor2 utilizó los materiales y es consistente con la idea de que el Profesor2 usó los recursos. Como el Profesor2 indicó, usó la pizarra en todos los laboratorios del semestre, pero con una frecuencia aleatoria.

MATERIAL	Pizarra	Papel	Equipo	Ordenador	Gráfica
Mov	34	142	7	14	35
Ac1	18	94	12	25	26
Ac2	17	135	31	0	0
Sum	10	161	64	0	0
Cue	23	124	24	6	2
Com	19	166	24	13	20
Ene	38	123	1	0	0
Cam	15	92	6	0	0
Con	75	158	16	0	13
Ond	56	93	35	13	21
Pre	37	123	42	0	0
TOTAL	342	1411	262	71	117

Tabla 5–11. Número de veces que el Profesor2 usa cada material.

Resultado de la investigación



Gráfica 5-9. Suma de los materiales empleados por el Profesor2 en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

La frecuencia del papel del laboratorio era más constante que frecuencia del uso de la pizarra, aunque en unos laboratorios lo utilizó más y en otros menos. El material de la práctica resultó muy usado por el Profesor2 en el laboratorio de la suma de las fuerzas y casi no lo utilizó en el laboratorio de la energía. Por tanto, el material se usó con una frecuencia muy aleatoria. Los ordenadores se utilizaron muy

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

esporádicamente. No fueron usados por el Profesor2 en todos los laboratorios, pero en algunos laboratorios los utilizó.

La gráfica 5–9 se ha obtenido calculando la suma de todos los materiales. Esta gráfica muestra la evidencia de la aleatoriedad del uso de los materiales, aunque la frecuencia se mantiene aproximadamente constante y en un nivel alto. Del análisis de la categoría de los materiales se deduce que el Profesor2 usó diversos materiales de forma aleatoria.

e) El Profesor2 pregunta a los estudiantes

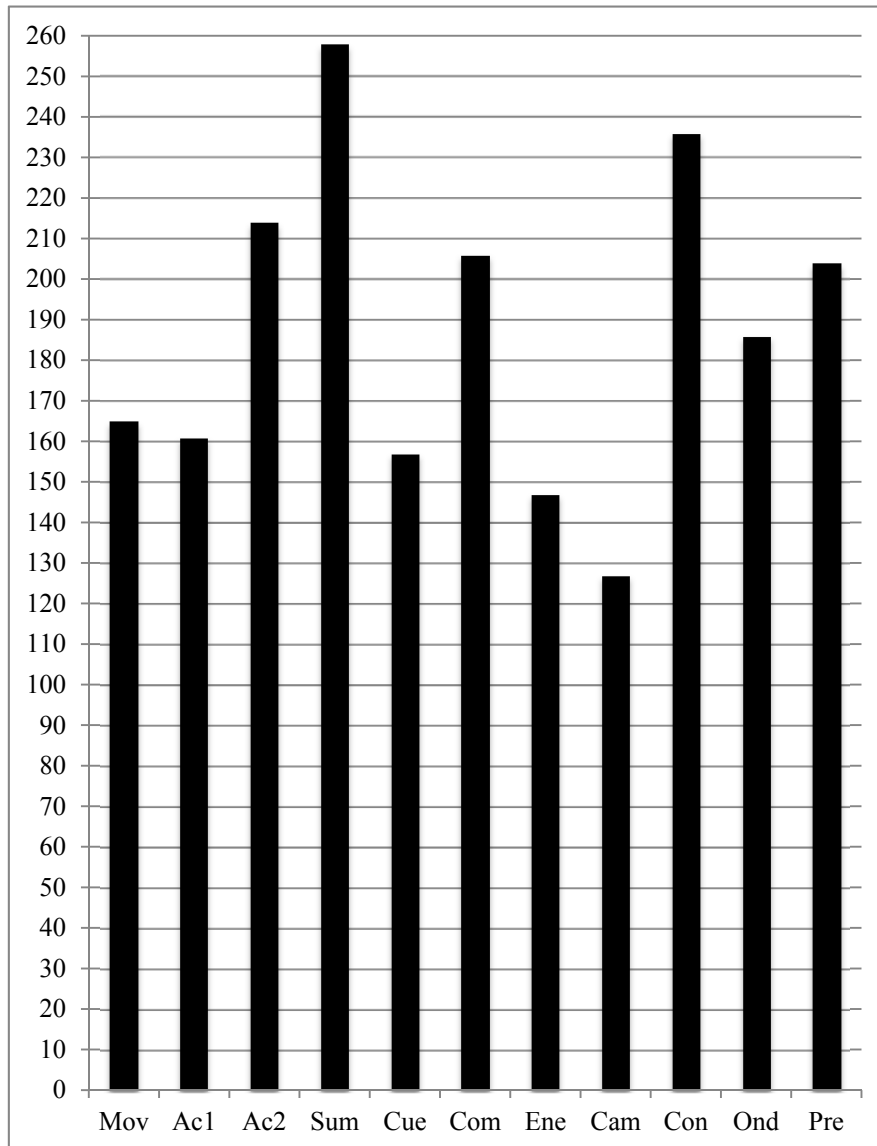
El Profesor2 preguntó a los estudiantes: “sólo les pregunto alguna cuestión”. Empleó un tiempo en preguntar para concretar los conceptos trabajados en cada laboratorio y “asentar” dicho aprendizaje: “tengo que gastar más tiempo por preguntar cuestiones sobre eso e intentar asentar la introducción, que tienen la mayoría de las clases”. Si los estudiantes no sabían algo: “Si ellos vienen diciendo: no sé qué es esto”, el Profesor2 prefirió guiarlos en vez de darles la respuesta inmediatamente:

“Intento darles una pista e intento dejarles que den la respuesta. Me gusta indirectamente hacerles responder. No les doy directamente, no les respondo las cuestiones”.
(Profesor2 en la entrevista)

De esta forma, el Profesor2 ayudó a los estudiantes a construir sus propios conocimientos mediante “pistas” incluidas en las preguntas. Al parecer, el Profesor2 pretendió que los estudiantes encontrasen las respuestas a sus propias preguntas y para ello no les respondió directamente, sino que les preguntó e indirectamente les ayudó en su aprendizaje.

Las observaciones manifiestan que el Profesor2 preguntó a los estudiantes en todos los laboratorios de física, como puede comprobarse en las observaciones. Los resultados de las observaciones se muestran en la gráfica 5–10. En esta gráfica se observa que efectivamente el Profesor2 preguntó a los estudiantes en todos los laboratorios de forma aleatoria, en unos laboratorios preguntó más y en otros menos. Es notable el alto número de preguntas del Profesor2, por superar las ciento veinticinco preguntas en cada uno de los laboratorios. Esto indica la importancia de las preguntas a los estudiantes en la estrategia educativa de este profesor.

Resultado de la investigación



Gráfica 5-10. Suma de las preguntas del Profesor2 a los estudiantes en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

f) El Profesor2 dialoga con los estudiantes

“el diálogo entre yo y los estudiantes trata de aclarar los conceptos sobre la física, algunas leyes, principios. Sí, está relacionado mayoritariamente con el contenido. Dependiendo del concepto, ellos vienen a discutir

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

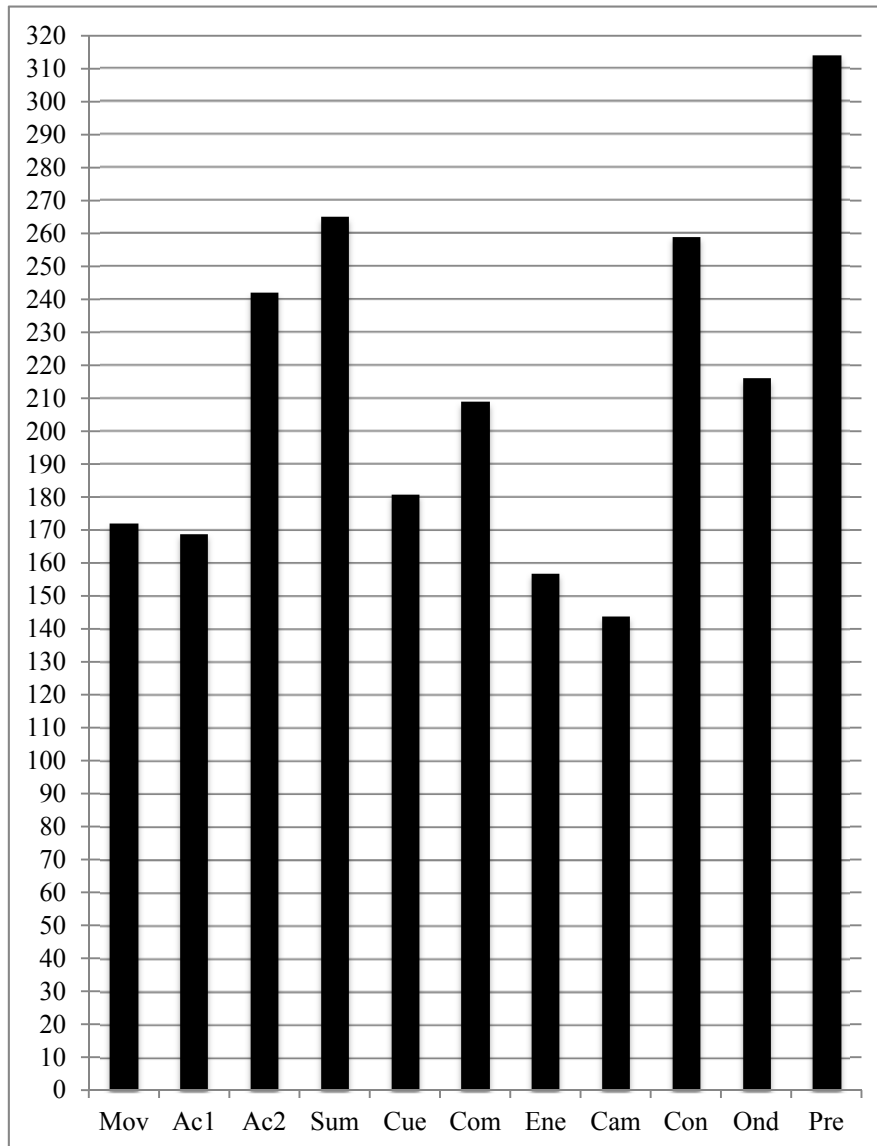
conmigo el significado de las leyes, ellos intentan aclarar sus dudas” (Profesor2 en la entrevista).

El Profesor2 sabía que dialogaba con los estudiantes, según expuso en la entrevista. Comentó que la intención de los diálogos con los estudiantes era la de aclarar los conceptos de la física. Por esto, en los laboratorios con conceptos más básicos, como los primeros del semestre, algunos diálogos eran suficientes y el Profesor2 admitió que habló poco con los estudiantes en esos primeros laboratorios: “Así que al comienzo hablamos muy, muy poco y luego más y más”. Sin embargo, los laboratorios con conceptos más complejos necesitaban más aclaraciones y por tanto, más diálogos:

“Así que este laboratorio era muy exclusivo, mucho hablar. Los diálogos dependen de la dificultad de los conceptos en esos temas. Así que si son más difíciles, hay que explicar más a los estudiantes”. (Profesor2 en la entrevista)

El Profesor2 se adaptó a los conocimientos matemáticos que tenían los estudiantes: “los estudiantes de mis laboratorios son estudiantes que tienen pocos conocimientos de matemáticas. Cuando hablas con ellos no quieres darles muchas ecuaciones para no confundirlos. Hay otros estudiantes que quieren ser ingenieros de mecánica, electricidad y eso. Esos estudiantes entienden física matemática y con ellos puedes hablar más libremente, puedes usar términos matemáticos. Así que con los estudiantes de mis laboratorios necesitas ir con más cuidado”. Si los estudiantes carecían de dichos conocimientos, entonces el Profesor2 se comunicó con ellos empleando otros términos para no abrumarlos con ecuaciones matemáticas. Por otro lado, el Profesor2 se sintió más libre para utilizar fórmulas matemáticas cuando dialogaba con los estudiantes que podían entender ese lenguaje matemático. De lo anterior podría deducirse que el Profesor2 se adaptó a las necesidades de los estudiantes.

Resultado de la investigación



Gráfica 5-11. Suma de los diálogos entre el Profesor2 y los estudiantes en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

Durante las observaciones de los laboratorios se percibe que el Profesor2 dialogó con los estudiantes, como muestra la gráfica 5-11. En esta gráfica se observa que desde el primer laboratorio el Profesor2 dialogó con sus estudiantes y que esta frecuencia de diálogos se mantuvo más o menos constante alrededor de un valor alto, ciento setenta y cinco, fluctuando alrededor de ese valor constante. Esto

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

indica la importancia que dio el Profesor2 a los diálogos con los estudiantes.

Al calcular la secuencia entre las preguntas y los diálogos iniciados por Profesor2 se obtiene la tabla 5–12, En esta tabla destaca que la frecuencia de las preguntas y los diálogos son muy similares, por lo que parece que el Profesor2 combina ambas estrategias con similar frecuencia. El análisis de dicha secuencia indica que el Profesor2 solía preguntar primero y luego dialogar con los estudiantes. Luego parece que el Profesor2 prefirió iniciar la interacción con los estudiantes mediante preguntas para generar los diálogos. En otras palabras, el Profesor2 utilizó las preguntas para motivar a los estudiantes a pensar, reflexionar y evaluar sus bases científicas y luego utilizó los diálogos para guiar a los estudiantes en sus conocimientos.

SECUENCIAS	Preguntas – Diálogos	Diálogos – Preguntas
Mov	78	1
Ac1	84	0
Ac2	117	5
Sum	118	5
Cue	94	4
Com	116	0
Ene	77	1
Cam	73	1
Con	114	1
Ond	113	6
Pre	100	17

Tabla 5–12. Secuencia de preguntas y diálogos iniciados por el Profesor2 con los estudiantes de cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

Resultado de la investigación

g) Evolución del Profesor2

El Profesor2 reconoció que todos los maestros tenían algunos límites: “Todos los maestros tienen alguna limitación”. Uno de esos límites era la imposibilidad de los maestros de los laboratorios para involucrarse en la enseñanza tanto como les gustaría: “Nosotros no podemos estar totalmente involucrados en la enseñanza”. Normalmente, los profesores de los laboratorios de la NMSU también eran estudiantes de doctorado y estaban trabajando en diferentes proyectos de investigación e incluso recibían clases de doctorado. Todas estas ocupaciones podían limitar o entorpecer el desarrollo pedagógico de los maestros, ya que no podían involucrarse en la enseñanza plenamente, como comentó el Profesor2 durante la entrevista.

El Profesor2 comentó que los profesores de los laboratorios de la NMSU tenían la obligación de atender los laboratorios de física: “Pero todos están como obligados y tenemos que hacer el laboratorio”, aunque su nivel educativo o preparación, no fuese el más adecuado. El Profesor2 reconoció que su calidad pedagógica estaba por debajo del nivel óptimo: “porque el nivel de interés y mi calidad de enseñanza”, “estoy tan por debajo de un nivel. No he alcanzado ese nivel”. Por tanto, el Profesor2 admitió que debería perfeccionar su modelo didáctico, lo cual es el primer paso para lograr un cambio en cualquier profesor.

En la tabla 5–13 aparecen las sumas de las categorías de las ayudas, los materiales, las preguntas, los diálogos y el buen ambiente que el Profesor2 produjo en los cinco primeros laboratorios del otoño y la primavera, dividiendo por el número de estudiantes de cada semestre. Se observa un notable aumento de la suma de las categorías en la primavera con respecto al otoño, aunque luego se mantiene constante en la primavera. Una causa de este cambio pudo ser la reflexión que el Profesor2 hizo de su forma de enseñar, ya que en la entrevista el Profesor2 demostró que reflexionó sobre su nivel pedagógico y sobre la necesidad de mejorar su práctica como maestro.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

EVOLUCION	Mov	Ac1	Ac2	Sum	Cue
Ayudas					
Otoño	0.8	1.2	0.7	2.7	2.5
Primavera	2.1	3.2	3.1	2.3	1.3
Ambiente					
Otoño	0	0.2	0.6	1.8	2.8
Primavera	2.1	1.6	2.1	2.6	2
Preguntas					
Otoño	1.3	2.2	2.7	5.5	11.7
Primavera	11.8	11.5	15.3	18.4	11.2
Diálogos					
Otoño	0.7	2.4	2.4	7	13.1
Primavera	12.3	12.1	17.3	18.9	12.9
Materiales					
Otoño	1.5	2.6	1.5	5.8	7.5
Primavera	16.6	12.5	13.1	16.8	12.8
Total					
Otoño	4.3	8.6	7.9	22.8	37.6
Primavera	44.9	40.9	50.9	59	40.2

Tabla 5–13. Evolución del Profesor2 entre el semestre de otoño y el de primavera.

2.3. El Profesor3

El Profesor3 era original de Nepal, donde se licenció en Ciencias Físicas y estuvo trabajando como maestro: “Enseñé en un

Resultado de la investigación

país diferente”. Ganó varios premios por ser un buen maestro en Nepal: “Porque en Nepal me premiaron dos veces de entre unos 150. Conseguí un montón de trofeos como ese”. Por tanto, el Profesor3 ha tenido experiencia como maestro antes de llegar a la NMSU.

Logró una beca para realizar el doctorado de Física en la NMSU, pero la beca no era suficiente para cubrir todos los gastos y empezó a enseñar en los laboratorios de física de la universidad. El análisis de las categorías que el Profesor3 muestra en los laboratorios y comenta en la entrevista y los cuestionarios puede encontrarse en las páginas siguientes:

a) Perspectivas del Profesor3

Las perspectivas del Profesor3 se recogen en los cuestionarios y la entrevista. Al principio del semestre de primavera, el Profesor3 esperaba que los estudiantes practicasen con el aprendizaje de los procedimientos de los laboratorios de física: “Que los estudiantes practiquen con el movimiento en una dimensión y saber calcular el valor de la aceleración”. A mediados del semestre, el objetivo del Profesor3 se centraba en el aprendizaje de los conceptos físicos: “Que los estudiantes aprendan la interacción entre los cuerpos.”. Al final del semestre, el Profesor3 destacaba el aprendizaje actitudinal: un aprendizaje divertido por parte de los estudiantes: “Espero que los estudiantes se diviertan y aprendan”. Esta variedad de perspectivas manifiesta que el Profesor3 esperaba que los estudiantes tuviesen las bases suficientes como para desarrollar los procedimientos de los conceptos con lo que ya contaban al comienzo del semestre. Cuando se dio cuenta de esa falta de conocimientos físicos, el Profesor3 amplió su objetivo a la adquisición por parte de los estudiantes de las bases necesarias para trabajar los laboratorios. Al terminar el semestre parece que los dos perspectivas anteriores se habían desarrollado satisfactoriamente y continuó aumentando sus perspectivas sumando los actitudinales a los conceptuales y procedimentales.

Inicialmente, el Profesor3 esperaba que los estudiantes pudiesen resolver por sí mismos los problemas surgidos en los laboratorios: “En primer lugar, ellos tienen que intentar conseguir las cosas por sí mismos”, “Pero creo que la razón es mi alta expectativa de los estudiantes”. El Profesor3 pensaba que los estudiantes tenían las bases suficientes como para desenvolverse por ellos mismos en los laboratorios de física. Sin embargo, se encontró con estudiantes sin las

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

bases necesarias para resolver los problemas de los laboratorios. Los estudiantes no conseguían los resultados esperados y por esta razón, el Profesor3 se sintió con el deber de comentarles las confusiones que manifestaban:

“Si no lo consiguen exactamente o si se equivocan, yo tengo que corregirlos”. (Profesor3 en la entrevista)

El Profesor3 también consideró necesario visitar con frecuencia a los estudiantes para comprobar lo que estaban haciendo: “Tengo que ir frecuentemente a los grupos. Con suficiente frecuencia a los grupos y ver lo que están haciendo”. Aunque el Profesor3 observó los problemas de los estudiantes, él no quería dar una respuesta inmediata a los estudiantes: “pero no les respondí en ese momento”, prefería esperar a que los estudiantes se dieran cuenta de la necesidad de preguntar al profesor:

“Espero a que tengan que preguntarme la cuestión, si están preparados para preguntar la cuestión”. (Profesor3 en la entrevista)

Esto indica un interés en que fueran los propios estudiantes quienes mejorasen sus conocimientos. El Profesor3 se concentró en ayudar a los estudiantes, aclarándoles sus dudas. Sin embargo, también reconoció que no todos los estudiantes tenían el mismo alcance y algunos necesitaban más ayuda que otros:

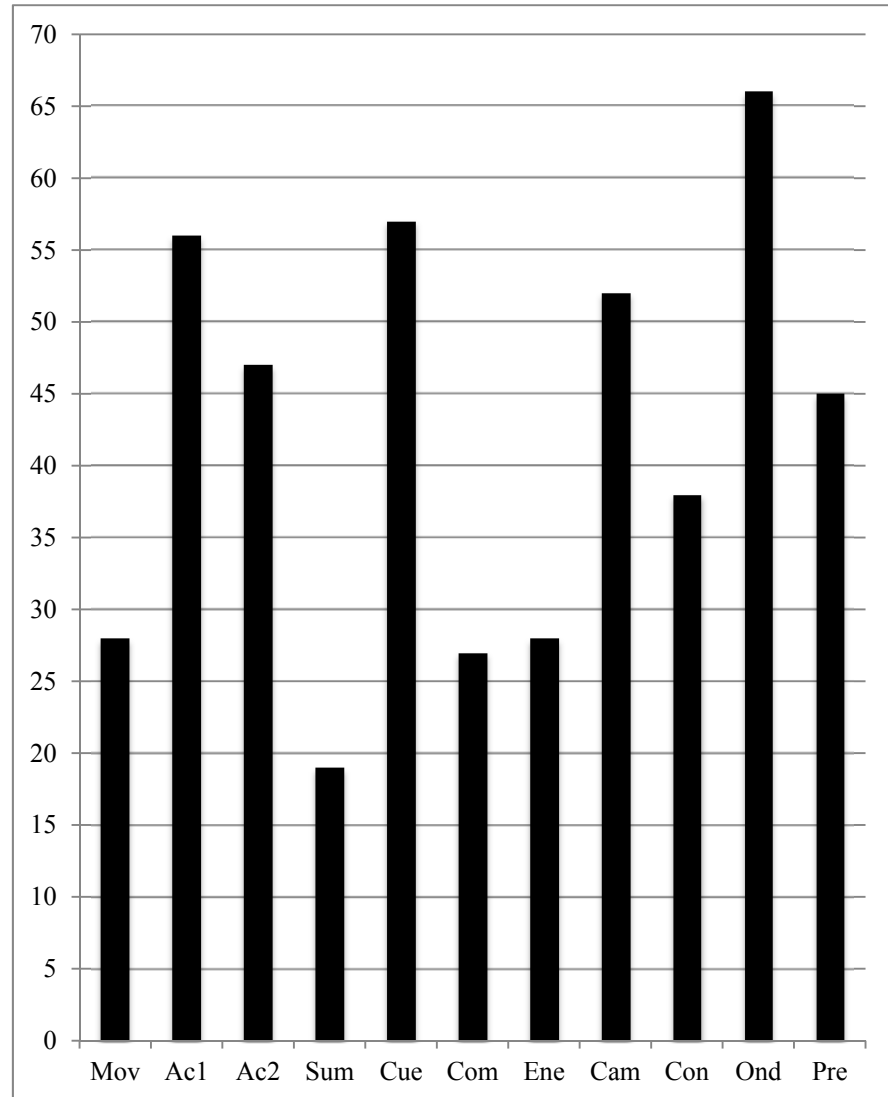
“pero si los débiles en conocimiento están ahí, tengo que ir y pensar acerca de estos chicos”. (Profesor3 en la entrevista)

En general, el Profesor3 consideró que su objetivo como maestro se centraba en estar disponible para sus estudiantes: “Pienso que estoy aquí para los estudiantes”. Para averiguar la certeza de la afirmación del Profesor3 sobre la ayuda que concedió a sus estudiantes, se han contado en cada laboratorio observado las veces que el Profesor3 ayudó a resolver los problemas manifestados por los estudiantes.

En la gráfica 5–12 se representan los resultados obtenidos de este análisis. El Profesor3 mantuvo una frecuencia más o menos constante a lo largo del semestre. Esta forma de enseñar parece convencer al Profesor3 como para plantearse el objetivo de

Resultado de la investigación

transformar el sistema educativo de su país de origen: “Si vuelvo a Nepal me esforzaré por cambiar el sistema educativo”.



Gráfica 5-12. Suma de las veces que el Profesor3 ayudó a los estudiantes con sus dudas en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

b) Efectividad del Profesor3

En las observaciones de los laboratorios se anotó que el Profesor3 propuso a los estudiantes evaluar sus aprendizajes con las tareas y un examen oral: “El Profesor3 propone evaluar a los estudiantes con las tareas y un examen oral de uno de los

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

laboratorios”. Los estudiantes estuvieron de acuerdo en ser evaluados de esta forma y con estos instrumentos: “Los estudiantes están de acuerdo”. El Profesor3 desconocía las bases que los estudiantes tenían antes de entrar en la universidad: “no sé sobre sus bases del instituto aquí y cómo son”.

El Profesor3 encontró que los estudiantes tenían niveles mínimos en los conocimientos matemáticos: “porque encontré que los estudiantes son muy pobres en matemáticas”, “Los encontré realmente, realmente muy pobres en matemáticas”. Según el Profesor3, esto dificultaba mucho el aprendizaje de la física, por su alto contenido en matemáticas: “la física necesita mucha matemática”.

Parece que el Profesor3 no sólo era consciente de las bases de sus estudiantes, sino que también había identificado sus posibles debilidades. Esta valoración de los conocimientos de los estudiantes podía ayudar al maestro en su enseñanza. Por ejemplo, el Profesor3 reconoció que los estudiantes tenían algunas bases matemáticas: “porque son un poco buenos en bases matemáticas” y que querían mejorar dichas bases: “Pienso que ellos lo están haciendo bien, porque son sinceros y quieren aprender matemáticas”, incluso algunos eran muy buenos: “Encontré tres o cuatro estudiantes muy buenos”.

Las tablas 5–14 y 5–15 muestran las calificaciones que obtuvieron los estudiantes del Profesor3 en cada una de las tareas y el examen final respectivamente. Diez resultó ser la calificación final mayormente obtenida. Además, en la mayoría de las tareas aparece la calificación máxima. Esto indica que el Profesor3 no era muy estricto ni detallista en estas calificaciones y no le importó evaluar con la máxima calificación en la mayoría de las tareas.

Resultado de la investigación

ES T	Mo v	Ac 1	Ac 2	Su m	Cu e	Co m	En e	Ca m	Co n	On d	Pr e
1	10	9,5	10	10	9,5	9,5	10	10	10	10	10
2	6	9	6,5	6,5	9,5	7,5	10	10	10	0	10
3	10	9,5	0	10	10	10	10	10	10	10	10
4	10	10	9,5	10	10	0	10	10	10	10	10
5	8	9	9,5	0	9,5	0	9,5	9	9,5	8	10
6	10	9,5	9,5	10	9,5	10	10	10	10	10	10
7	9,5	0	10	9,5	0	0	10	10	10	10	0
8	9	9,5	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Tabla 5–14. Calificaciones de las tareas de los estudiantes del Profesor3.

ESTUDIANTES DEL PROFESOR3	TAREAS	EXAMEN	TOTAL
Estudiante1	9.9	8.6	10
Estudiante2	8.5	8.8	9.6
Estudiante3	9.9	9.6	10
Estudiante4	9.9	8.8	10
Estudiante5	8.2	8.8	9.5
Estudiante6	9.9	8.6	10
Estudiante7	6.9	8.5	8.7
Estudiante8	9.9	8.2	10

Tabla 5–15. Calificaciones totales de los estudiantes del Profesor3.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

También, el conceder la calificación máxima puede servir para motivar a los estudiantes ante la satisfacción de una máxima calificación. Otro posible motivo puede estar en que los estudiantes estuvieron muy concentrados y motivados personalmente, tanto como para captar todos los contenidos trabajados durante los laboratorios y luego, pudieron trabajar las tareas superando satisfactoriamente los problemas planteados en dichas tareas y logrando la calificación más alta.

Para conocer la opinión de los estudiantes se les preguntó y las respuestas se muestran en la tabla 5–16, donde la calificación que dieron al Profesor3 es alta, nueve. El cuestionario lo respondieron ocho estudiantes del Profesor3, de los cuales siete lo recomendarían a otro estudiante y sólo uno estaba dudoso. De aquí se podría deducir que los estudiantes estaban de acuerdo con la forma de enseñar del Profesor3, ya que ninguno de ellos rechazó la posibilidad de recomendar al Profesor3 y lo evaluaron con una calificación cercana a la máxima.

¿Qué nota le da al trabajo del profesor?	¿Recomendaría este profesor a otro estudiante?
10	SI
10	SI
10	SI
10	SI
8	SI
8	NO SE
8	SI
10	SI

Tabla 5–16. Los estudiantes puntuaron al Profesor3 entre cero y diez en cada una de las preguntas del cuestionario.

Resultado de la investigación

c) Ambiente creado por el Profesor3

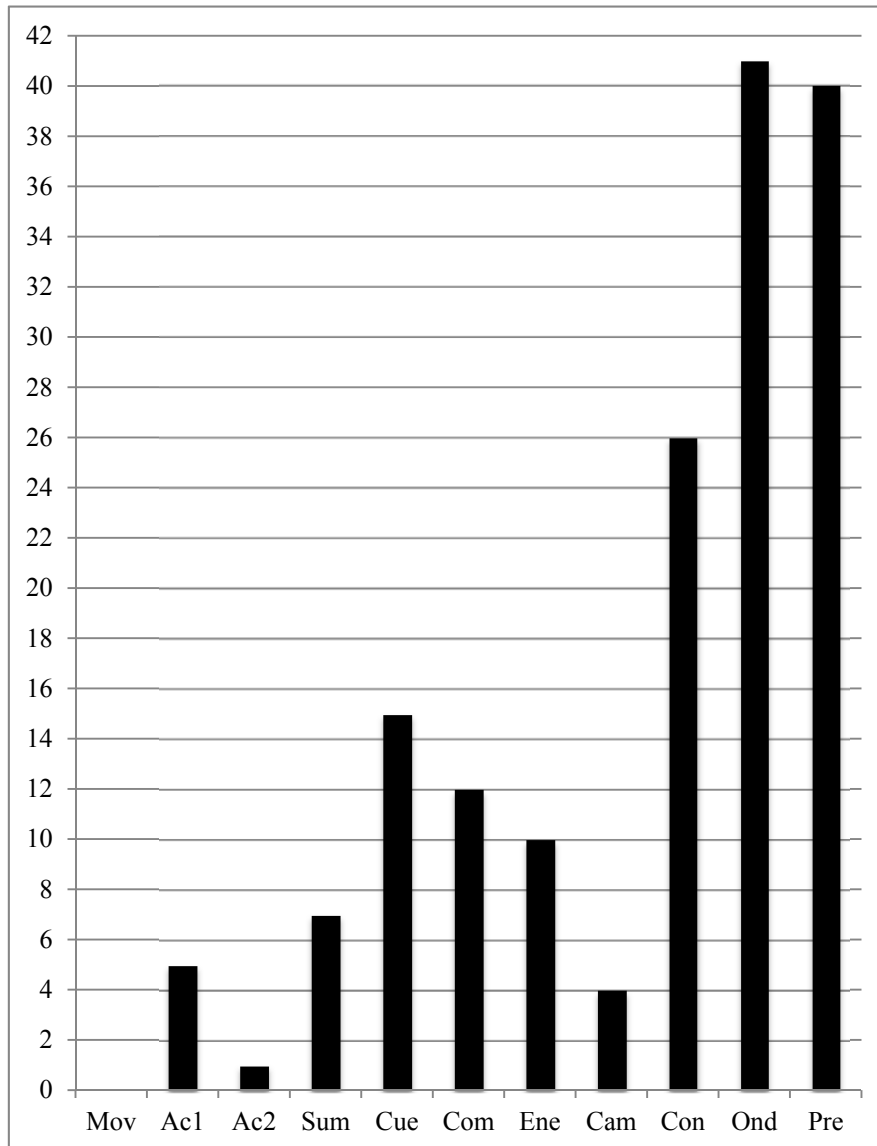
El Profesor3 consideró que el ambiente de sus laboratorios era bueno: “el clima era muy bueno”. Además, el Profesor3 describió el ambiente con sus estudiantes como amistoso: “ambiente amistoso de los estudiantes con el profesor”, como también era amistoso el ambiente entre los estudiantes: “de los estudiantes entre ellos”, ya que podían hablar entre ellos: “Ellos pueden hablar entre ellos”.

En las observaciones, se encontró que los estudiantes hablaban entre ellos con un volumen bajo de voz: “Los estudiantes hablan en voz baja”, por tanto, evitaron molestar a los compañeros con el ruido que se hubiese formado si el volumen hubiese sido alto. Además, se observó que los estudiantes pudieron salir libremente del aula del laboratorio: “Un estudiante sale”.

Todo lo anterior refleja el ambiente amistoso y relajado que promovió el Profesor3. La suma de las sonrisas de los estudiantes en cada uno de los laboratorios se representa en la gráfica 5–13. La gráfica muestra que los estudiantes sonrieron en todos los laboratorios, salvo en el primero.

La frecuencia de las sonrisas se mantuvo en niveles bajos, aunque en los últimos laboratorios aumentó más del doble. Tal vez la causa pueda ser debida a la relajación de los estudiantes hacia el final del semestre o porque el Profesor3 no favoreció las sonrisas o los momentos informales hasta el final del semestre.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)



Gráfica 5-13. Suma de las sonrisas de los estudiantes del Profesor3 en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

d) Los materiales usados por el Profesor3

El Profesor3 afirmó que empleó los materiales en los laboratorios, según comentó en los cuestionarios y la entrevista. En los cuestionarios, el Profesor3 dijo que utilizó el equipo de las prácticas: “El detector de movimiento, el circuito, el ventilador, el carro y los ordenadores”, “El ordenador, la sonda de fuerza y la

Resultado de la investigación

pizarra”, “Los planos inclinados, las reglas y los vectores”. Además, el Profesor3 indicó que usó frecuentemente la pizarra para aclarar los conceptos.

Se deduce que el Profesor3 concedió importancia a los materiales que se apoyan en las últimas tecnologías. Esto último también se refleja en el uso de cámaras digitales para que los estudiantes pudiesen visualizar la trayectoria de los cuerpos en movimiento:

“Se mueve una pelota y entonces tomamos fotos con la cámara. Podemos usar la cámara allí, usamos cámaras”.
(Profesor3 en la entrevista)

Sin embargo, el Profesor3 también reconoce el uso de materiales más convencionales como el manual de uso del material del laboratorio: “Sólo les dí el manual” y el papel: “el papel de las mesas”. El Profesor3 pensaba que cuanto necesitaban los estudiantes lo podían lograr con los ordenadores: “porque todo está en los ordenadores”, la pizarra: “todo está en la pizarra” y el material del laboratorio: “todo está en el material”.

En la tabla 5–17 aparecen los resultados de las observaciones, donde se comprueba la certeza de las sentencias del Profesor3. Los materiales utilizados por el maestro en orden de mayor a menor frecuencia fueron: la pizarra, el papel, el material, las gráficas y los ordenadores. La pizarra resultó el material más usado por el Profesor3, aunque en algunos laboratorios ni la tocó. El papel de las mesas de prácticas fueron utilizados por el Profesor3 de forma aleatoria.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

RECURSOS	Pizarra	Papel	Equipo	Ordenador	Gráfica
Mov	5	5	4	30	37
Ac1	6	6	7	12	41
Ac2	0	27	10	0	4
Sum	52	52	18	0	0
Cue	59	7	43	7	37
Com	80	17	32	2	12
Ene	137	0	0	0	0
Cam	103	88	19	0	0
Con	199	23	14	0	1
Ond	72	0	50	9	32
Pre	120	12	24	0	0
TOTAL	833	237	221	60	164

Tabla 5-17. Número de veces que el Profesor3 usa cada material.

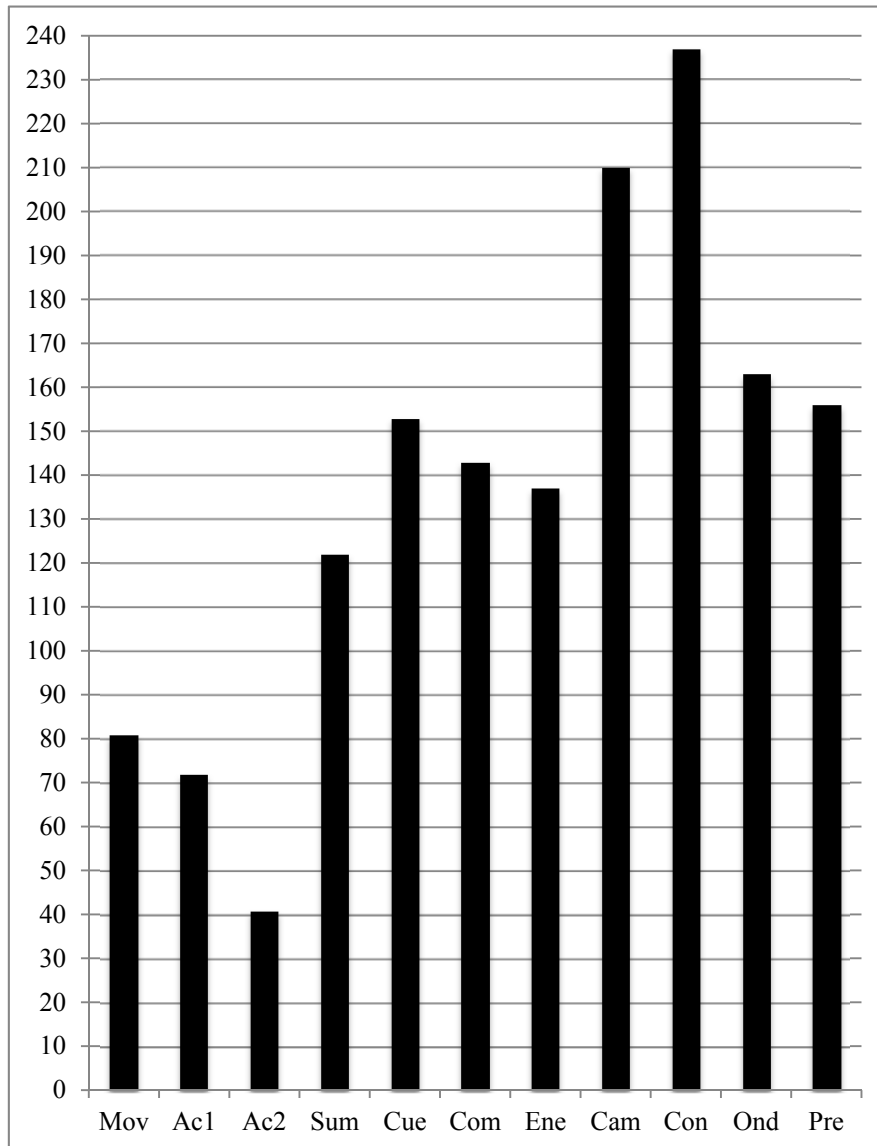
El siguiente instrumento empleado por el Profesor3 parece ser el equipo del laboratorio, el cual manejó en todos los laboratorios del semestre de primavera, excepto en el laboratorio de la energía. En algunos laboratorios como el de la aceleración en una dimensión, el Profesor3 tuvo en cuenta las gráficas en bastantes ocasiones, sin

Resultado de la investigación

embargo, las ignoró en otros laboratorios, como por ejemplo el de la presión. El Profesor3 usó los ordenadores un alto número de veces durante el primer laboratorio, el del movimiento y sin embargo, dejó de usarlos en bastantes laboratorios como el de la aceleración en dos dimensiones.

La gráfica 5–14 representa la suma de ocasiones en las que Profesor3 usó el material disponible del laboratorio de física. Esta gráfica manifiesta la aleatoriedad mostrada por el Profesor3 para utilizar los diferentes materiales. Del análisis de esta categoría se deduce que el Profesor3 usó la diversidad de materiales disponibles en el laboratorio de forma aleatoria.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)



Gráfica 5-14. Suma de los materiales empleados por el Profesor3 en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

e) *El Profesor3 pregunta a los estudiantes*

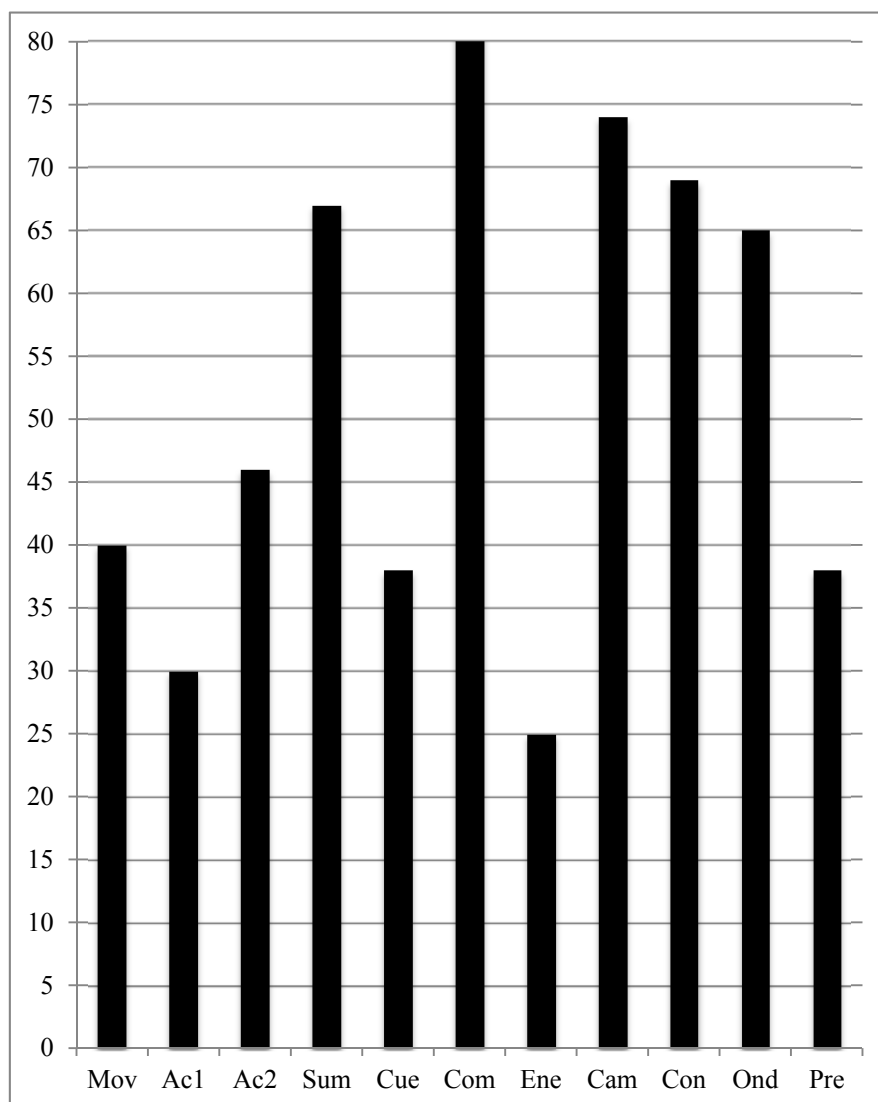
Durante la entrevista, el Profesor3 no comentó que preguntase a los estudiantes durante los laboratorios, sin embargo, las observaciones demuestran que lo hizo. Tal vez, el Profesor3 no considerase importante el hecho de preguntar a los estudiantes, puede

Resultado de la investigación

que para él fuera algo obvio o trivial como para indicarlo durante la entrevista, pero lo cierto es que usó esta estrategia de enseñanza.

El número de veces que Profesor3 preguntó a los estudiantes se muestra en la gráfica 5-15. De la gráfica se implica un patrón aleatorio del número de preguntas. Esta aleatoriedad refuerza la idea de que Profesor3 no puso mucho interés en la estrategia de preguntar a los estudiantes.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo México (NMSU)



Gráfica 5-15. Suma de las preguntas del Profesor3 a los estudiantes en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

f) El Profesor3 dialoga con los estudiantes

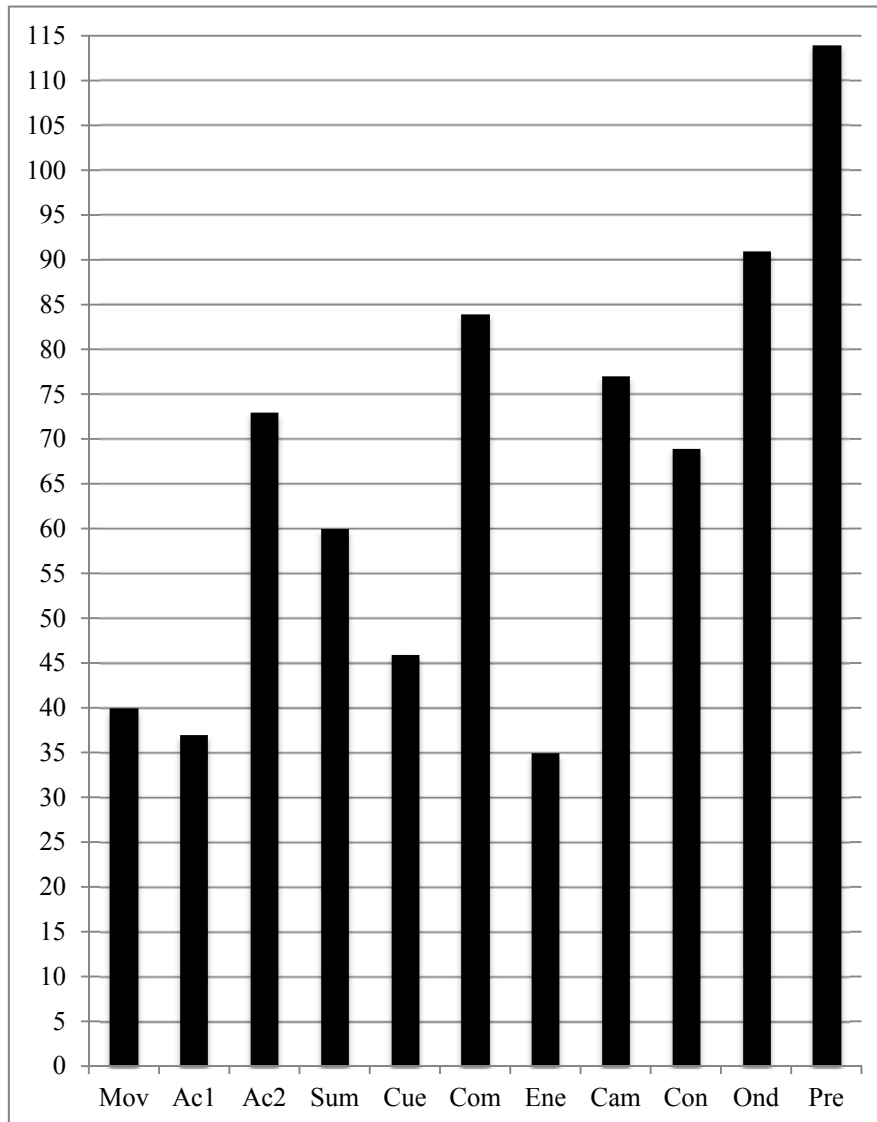
El Profesor3 era consciente de sus diálogos con los estudiantes, por sus respuestas en la entrevista. Los diálogos que el Profesor3 mantuvo con sus estudiantes de los laboratorios fueron académicos: “Realmente son académicos. Académicos o algo relacionado con eso”, es decir, relacionados con los conceptos físicos de los laboratorios: “Como el contenido del curso o algo así” y no hubo

Resultado de la investigación

temas sociales: “No creo que haya algo así como social o algo así”. Esto indica que el Profesor3 prefirió centrarse en los diálogos relacionados en el contenido de los laboratorios y al menos comentó que no promovió los diálogos sociales con sus estudiantes, es decir, los diálogos coloquiales o informales. Esta postura, que un poco le aleja de los estudiantes, puede provenir de sus experiencias como maestro en su país natal, donde la relación social entre el maestro y el estudiante era muy diferente a la relación encontrada en Estados Unidos.

El resultado del análisis de la suma de los diálogos para cada laboratorio se muestra en la gráfica 5–16. En dicha gráfica se observa que el Profesor3 dialogó con los estudiantes en unos laboratorios más y en otros menos. Se observa una gran aleatoriedad sin un promedio constante. A pesar de esta aleatoriedad, se encuentra una buena correlación entre el número de veces que el Profesor3 preguntó a los estudiantes y el número de veces que dialogó con ellos.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)



Gráfica 5-16. Suma de los diálogos entre el Profesor3 y los estudiantes en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

La tabla 5-18 verifica que Profesor3 prefirió empezar el acercamiento con los estudiantes partiendo de las preguntas para dialogar en un paso posterior. Tal vez, debido a la edad del Profesor3, distanciada de la edad de los estudiantes del laboratorio, los estudiantes lo ven al principio como una persona lejana y seria, por tanto no se sienten con la libertad de mantener diálogos inicialmente.

Resultado de la investigación

Sólo después del acercamiento mediante las preguntas, el Profesor3 consigue el diálogo con sus estudiantes.

SECUENCIAS	Preguntas – Diálogos	Diálogos – Preguntas
Mov	29	1
Ac1	17	1
Ac2	30	0
Sum	36	2
Cue	34	0
Com	59	0
Ene	23	1
Cam	54	0
Con	57	1
Ond	43	2
Pre	28	4

Tabla 5–18. Secuencia de preguntas y diálogos iniciados por el Profesor3 con los estudiantes de cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

g) Evolución del Profesor3

“Aprendí cómo enseñar aquí, en las universidades americanas, a los estudiantes de doctorado y de licenciatura o algo así” (Profesor3 en la entrevista)

El Profesor3 comentó que aprendió nuevas estrategias de enseñanza: “Porque aprendí estas cosas” y reflexionó sobre cómo desarrollarlas para lograr con facilidad y rapidez que los estudiantes construyesen los conocimientos trabajados en los laboratorios de física: “Tuve que pensar sobre cómo ellos pueden conseguir muy rápidamente o fácilmente”.

El Profesor3 tuvo que mejorar su práctica, porque la didáctica en las universidades americanas era diferente a la didáctica que había

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

conocido y había practicado en su país de origen, Nepal: “aquí encontré que el sistema era diferente”. El Profesor3 había conseguido varios trofeos por ser un buen maestro en Nepal: “Conseguí un montón de trofeos como ese”, que le llevaron a considerarse un buen maestro: “pensé que era bueno en Nepal” y tal vez lo fuese en Nepal, pero no lo era en Estados Unidos: “pero no puedo ser ese tipo aquí”, porque las estrategias de enseñanza usadas por el maestro en Nepal no le valían en los laboratorios de la NMSU.

“Eso significa que la estrategia de enseñanza allí es muy diferente” (Profesor3 en la entrevista)

El Profesor3 comentó varias veces que cambió sus estrategias de enseñanza: “eso es por qué tuve que cambiar mis estrategias”, “sólo cambié mi estrategia de enseñanza”. Por ejemplo, el Profesor3 encontró en la NMSU situaciones de libertad: “ese es por qué yo encontré aquí la situación un poco libre” y de mayor responsabilidad: “pero aquí encontré más responsabilidad”. Todo esto motivó los cambios del Profesor3 como maestro: “Ese es por qué tuve que cambiar estas cosas”.

El Profesor3 intuyó que era necesario esforzarse en la enseñanza de los estudiantes americanos: “Cuando intuí que tenía que forzar un poco en cómo enseñar” y “enfrentarse” a los problemas derivados de la práctica pedagógica: “en cómo enfrentarme a los problemas”. El Profesor3 comentó que en vez de presuponer que los estudiantes tenían ciertos conocimientos: “Esperé mucho de ellos aquí” y que por tanto no era necesario explicar mucho: “Antes no expliqué demasiado”, era más conveniente empezar por “comprender” el nivel que tenían los estudiantes: “cuando comprendí el nivel de los estudiantes, lo hice mejor” y enfatizar todos los conocimientos necesarios para desarrollar la física de los laboratorios: “Tuve que enfatizarlo todo en el laboratorio”. Con otras palabras, el Profesor3 argumentó que para poder progresar en la práctica: “ese es el por qué progresé después de eso”, el maestro debía conocer el nivel de los estudiantes: “Sé el nivel que tienen aquí los estudiantes”. Los conceptos y problemas necesitaban ser reflexionados:

“porque para resolver problemas tenemos que pensar sobre eso. Cualquier concepto. Aquí tenemos que resolver los problemas, problemas, problemas. Aquí tenemos que entenderlo todo”. (Profesor3 en la entrevista)

Resultado de la investigación

“Explicué un montón de cosas antes del laboratorio, pero muchas cosas antes del laboratorio. Explicando qué es esto, es lo que vamos a hacer en el laboratorio”
(Profesor3 en la entrevista)

El profesor debía explicar cuanto desconocían los estudiantes con respecto a los contenidos fundamentales necesarios para trabajar en los laboratorios, en vez de dejar solos a los estudiantes trabajando los experimentos de los laboratorios: “Sólo les dejaba hacer y después de eso”. El Profesor3 comentó que sólo cuando los estudiantes adquirieron los conocimientos mínimos explicados por él: “Creo que ellos captaron algo de mi primera explicación”, entonces estaban preparados para desarrollar dichos conocimientos en los diferentes experimentos de los laboratorios: “luego intentaron hacerlo por si mismos”.

“Encontré que cuando usamos la pizarra o alguna estrategia. Es muy buena idea” (Profesor3 en la entrevista)

El Maestro3 tomó consciencia del beneficio de usar la pizarra como recurso de enseñanza y de los cambios “Cambié las cosas” de estrategias educativas por los motivos anteriormente comentados. Para hacer la enseñanza más asequible e interesante: “modifiqué mi estrategia de enseñanza haciendo la enseñanza más fácil, interesante, creo”. El Profesor3 modificó su estilo de enseñanza: “cambié mi propio estilo aquí” e incluso cambió su acento: “sólo intenté modificar mi acento”. Se ha de recordar que el idioma de los laboratorios de la NMSU era el inglés y el idioma de origen del Maestro3 no era el inglés. Por tanto, parece referirse a que tuvo que mejorar su inglés hablado para que los estudiantes lo entendieran mejor.

Finalmente, el Profesor3 concluyó que todas estas mejoras de su práctica como maestro funcionaron satisfactoriamente: “funcionó desde entonces”. Por esta razón, parece ser que el Profesor3 estuvo satisfecho con sus progresos como maestro en Estados Unidos.

Para descubrir si el Profesor3 realmente cambió su práctica como maestro entre el semestre de otoño y el semestre de primavera se suman las ayudas del Profesor3 a los estudiantes, del buen ambiente creado por el Profesor3, las veces que el maestro preguntó y dialogó con los estudiantes, además de los materiales usados por el Profesor3 en cada uno de los cinco primeros laboratorios del semestre

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

de otoño y del semestre de primavera y se divide por el número de estudiantes que tuvo en cada semestre. El resultado de dicho análisis se expone en la tabla 5–19, de donde puede decirse que el Profesor3 aumentó las ayudas, el ambiente, los materiales, las preguntas y los diálogos durante el semestre de primavera con respecto a las mismas categorías del semestre de otoño.

EVOLUCION	Mov	Ac1	Ac2	Sum	Cue
Ayudas					
Otoño	0.4	0.7	0.5	1.3	1.5
Primavera	3.5	7	5.9	2.4	7.1
Ambiente					
Otoño	0	0	0	0.4	1.1
Primavera	0	0.6	0.1	0.9	1.9
Preguntas					
Otoño	0.2	0.3	0.3	1.8	1.9
Primavera	5	3.7	5.7	8.4	4.7
Diálogos					
Otoño	0	0.7	0.7	2.8	3.5
Primavera	5	4.6	9.1	7.5	5.7
Materiales					
Otoño	0.5	1.8	1.8	2.7	5.2
Primavera	10.1	9	5.1	15.2	19.1
Total					
Otoño	1.1	3.5	3.3	9	13.2
Primavera	23.6	24.9	25.9	34.4	38.5

Tabla 5–19. Evolución del Profesor3 entre el semestre de otoño y el de primavera.

Por tanto, se deduce que el Profesor3 efectivamente modificó su actitud como maestro, aunque de una forma gradual, según fue

Resultado de la investigación

reflexionando sobre su práctica como maestro y fue encontrando la necesidad de dicho cambio de estrategias.

2.4. El Profesor4

El Profesor4 era de Jordania, donde consiguió licenciarse en Ciencias Físicas. Pensó continuar estudiando, pero en otra universidad, la NMSU, donde empezó el doctorado y comenzó a ejercer como maestro de los laboratorios de física.

a) *Perspectivas del Profesor4*

“Espero que los estudiantes aprendan a manejar las gráficas de la posición frente al tiempo, la velocidad frente al tiempo y la aceleración frente al tiempo” (Profesor4 en el cuestionario)

Las perspectivas del Profesor4 se centraron en los estudiantes, porque esperaba que aprendiesen a usar los conceptos trabajados en los diferentes laboratorios: “Que los estudiantes aprendan más sobre la fuerza, la velocidad, el impulso, el momento y su cambio”. La motivación del Profesor4 consistió en que los estudiantes fuesen capaces de dominar las leyes físicas: “Espero que todos los estudiantes entiendan bien la tercera ley de Newton y puedan predecir algunas cantidades”, porque según el Profesor4, estos conocimientos ayudaban a los estudiantes a profundizar en la física:

“Es muy importante para los estudiantes, porque les ayuda a profundizar” (Profesor4 en el cuestionario).

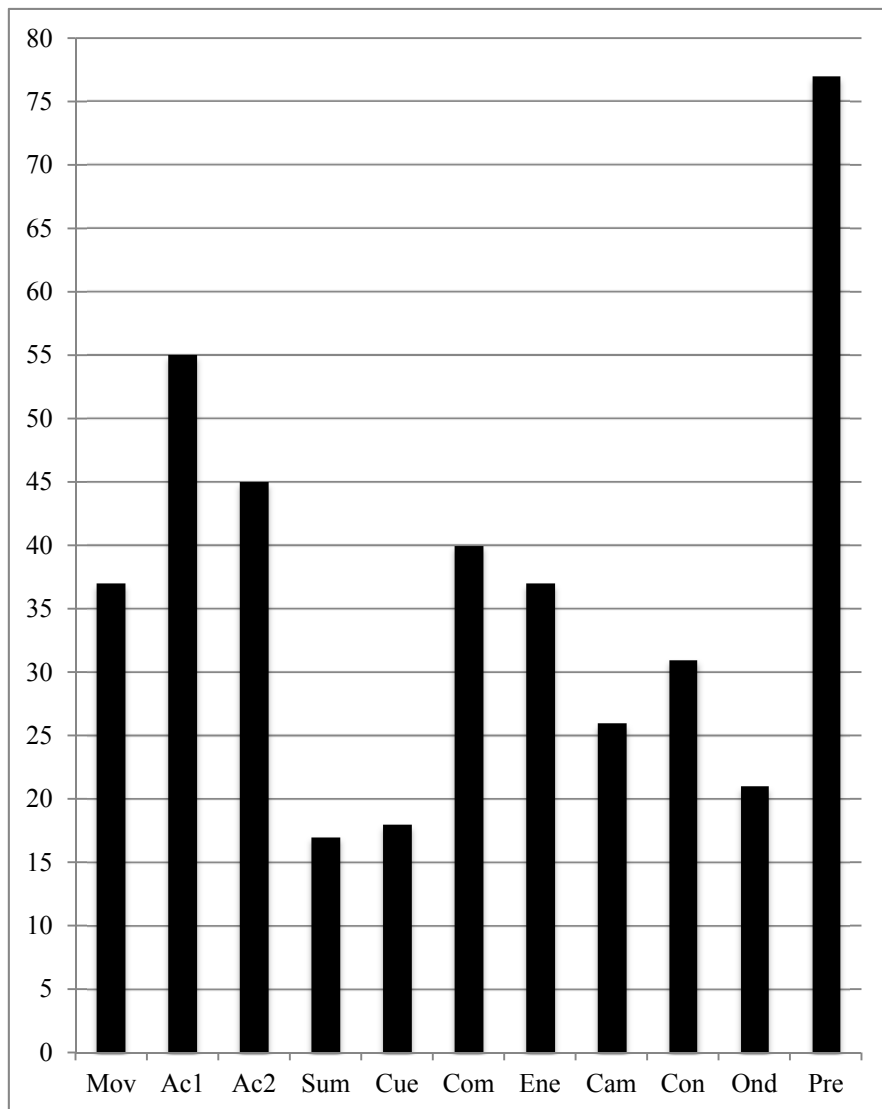
En varias ocasiones, el Profesor4 expresó que era muy importante que los estudiantes se familiarizasen con los conceptos y experimentos físicos: “a familiarizarse con estos aspectos del movimiento en una dimensión”, “Además, espero que se familiaricen con el experimento”. El Profesor4 no sólo esperó que los estudiantes aprendiesen, sino que también viesen los conceptos físicos como algo familiar y cercano.

Hasta el momento se han analizado las respuestas del Profesor4 en los cuestionarios. Sin embargo, Profesor4 no indicó durante la entrevista nada referente a ayudar en el aprendizaje de los estudiantes.

Aunque el Profesor4 no expuso directamente su ayuda a los estudiantes, parece algo implícito que podría verificarse con las

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

observaciones de los laboratorios. El análisis de dichas observaciones se concentra en la gráfica 5–17 que certifica que el Profesor4 ayudó a los estudiantes en todos los laboratorios. El Profesor4 mostró una frecuencia constante en las ayudas a los estudiantes. Por tanto, se deduce que uno de los perspectivas del Profesor4 era el ayudar a los estudiantes en la práctica de los laboratorios, aunque no fue algo explícitamente comentado por el maestro durante la entrevista.



Gráfica 5–17. Suma de las veces que el Profesor4 ayudó a los estudiantes con sus dudas en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

Resultado de la investigación

b) Efectividad del Profesor4

El Profesor4 permitió a los estudiantes negociar las herramientas empleadas para evaluarlos: las tareas y el examen final. Se observó que los estudiantes estuvieron de acuerdo con lo propuesto por el maestro. El Profesor4 opinaba que a los estudiantes les iría mejor: “Les iría mejor” si fueran más formales a la hora de entregar sus tareas: “con más cuidado, más serios, entregando las tareas a tiempo o intentando todos los problemas”. El Profesor4 reconocía las dificultades de comprensión que tenían algunos estudiantes con falta de experiencia en los contenidos físicos:

“Especialmente los estudiantes nuevos en física no tienen experiencia de la física, así que siempre tienen confusiones con la física, la cual es difícil de entender”.
(Profesor4 en la entrevista)

Se cuenta con la valoración que el Profesor4 hizo de las tareas y el examen de cada estudiante, lo cual se muestra en las tablas 5–20 y 5–21 respectivamente. El Profesor4 comentó que sólo a unos pocos estudiantes no les importaba la nota y a causa de esto no respondían todas las cuestiones planteadas en las tareas, porque estaban cansados de ellas:

“A muy pocos no les importa la nota están cansados de las tareas, no responden las últimas cuestiones o algo parecido” (Profesor4 en la entrevista)

El Profesor4 también reconoció las buenas calificaciones obtenidas por la mayoría de estudiantes en las tareas: “las tareas asignadas que entregué tenían buenas notas”. La mayoría de las calificaciones estuvieron alrededor del nueve, considerada como una nota alta.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

EST	Mov	Ac1	Ac2	Sum	Cue	Com	Ene	Cam	Con	Ond	Pre
1	9,5	7,5	0	5,5	9,5	0	7	8	7,5	10	9,5
2	8,5	8,5	7,5	7	0	8	6,5	8	7	8	6,5
3	7,5	8,5	8	8,5	9,5	8,5	8	7	9	9	8
4	8,5	8,5	9	7,5	5	0	8,5	8	8	8,5	7
5	8	8,5	8,5	9	9,5	8,5	8	7	8,5	9	8,5
6	8	8	8	7	7,5	0	7,5	6,5	7	8,5	7,5
7	9	9	9	8	7,5	5	9	7,5	9	6,5	7,5
8	8,5	8,5	10	9	7,5	0	0	7	8,5	8,5	9,5
9	8	8,5	8	8,5	0	10	9	10	9,5	8	9,5
10	7	9	8	8,5	8,5	7,5	8	9,5	9	7,5	6
11	9,5	8	8	6	10	0	8,5	7	9	9,5	8,5
12	9,5	9,5	10	8,5	10	9,5	9,5	10	9	9,5	7
13	8,5	6,5	7	8	9	9,5	8	6	9	9	8
14	8	8,5	9	9	8	8,5	8,5	9	9	8,5	9
15	8	7,5	8,5	7,5	7,5	9,5	8	7	8	8	7,5
16	7,5	9	9,5	8	7	10	9	9,5	9,5	9,5	8,5

Tabla 5–20. Calificaciones de las tareas de los estudiantes del Profesor

Resultado de la investigación

ESTUDIANTES DEL PROFESOR4	TAREAS	EXAMEN	TOTAL
Estudiante1	7.4	9.7	9.5
Estudiante2	7.5	8.5	9
Estudiante3	8.4	8.8	9.6
Estudiante4	7.8	8.7	9.3
Estudiante5	8.6	8.6	9.6
Estudiante6	7.5	8.6	9.1
Estudiante7	8.2	9.9	10
Estudiante8	7.7	8.7	9.2
Estudiante9	8.9	9.2	10
Estudiante10	8.2	8.6	9.4
Estudiante11	8.4	8.3	9.3
Estudiante12	9.5	9.2	10
Estudiante13	8.2	8.1	9.1
Estudiante14	8.7	9.5	10
Estudiante15	8	8.9	9.4
Estudiante16	9	9.3	10

Tabla 5–21. Calificaciones totales de los estudiantes del Profesor4.

En la tabla 5–22 aparecen las opiniones de los estudiantes. Los estudiantes del Profesor4 tuvieron la oportunidad de opinar sobre su

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

maestro y lo calificaron con una nota alrededor de nueve. De los quince estudiantes del Profesor4, que respondieron el cuestionario del Departamento de Física, diez recomendarían al Profesor4, tres no sabrían y sólo dos no aconsejarían ir a los laboratorios del Profesor4. Por tanto, parece que la mayoría de los estudiantes aprobaron la forma de dar los laboratorios usada por el Profesor4.

¿Qué nota le da al trabajo del profesor?	¿Recomendaría este profesor a otro estudiante?
8	NO SE
10	SI
10	SI
6	NO
8	NO SE
8	SI
10	SI
6	NO
10	SI
8	NO SE
6	SI
10	SI
10	SI
10	SI
10	SI

Tabla 5–22. Los estudiantes puntuaron al Profesor4 entre cero y diez en cada una de las preguntas del cuestionario.

c) *Ambiente creado por el Profesor4*

En general, el Profesor4 favoreció un ambiente bueno: “pienso que el clima del laboratorio es generalmente bueno” y amistoso: “Amistoso, quiero decir entre yo y los estudiantes”.

El Profesor4 favoreció las relaciones amistosas: “Tener una relación amistosa con ellos” con sus estudiantes y también comentó que los trataba de forma amistosa: “pero en general me gusta tratar a

Resultado de la investigación

mis estudiantes amistosamente”. Esto indica la importancia que tenía para el Profesor4 el forjar una relación de amistad y cercanía con sus estudiantes. Con respecto al ambiente entre los estudiantes, el Profesor4 comentó que existía una buena interacción entre todos y que disfrutaban de las conversaciones:

“la mayoría trabajan juntos bien, disfrutan conversando e interaccionando bien” (Profesor4 en la entrevista)

También se comunicaban entre ellos frecuentemente: “Ellos se comunican”. Como ejemplo del ambiente amistoso, el Profesor4 aceptó las bromas dentro del laboratorio: “O están de broma”. Sin embargo, el Profesor4 también comentó la importancia del respeto mutuo: “también que me respeten y que yo los respete” como la base de un buen aprendizaje.

El Profesor4 indicó que a los estudiantes les costaba más entender los conceptos en el ambiente creado por un maestro estricto: “Si fuera estricto, los estudiantes no entenderían”, según su propia experiencia como estudiante: “Porque cuando yo era estudiante no era capaz de entender bien si el maestro era estricto”. Por tanto, el Profesor4 concedió mayor importancia a las cualidades pedagógicas de un maestro “amable y agradable” con los estudiantes:

“si el profesor era amable, agradable con los estudiante, a mí me gustaban él y la materia”. (Profesor4 en la entrevista)

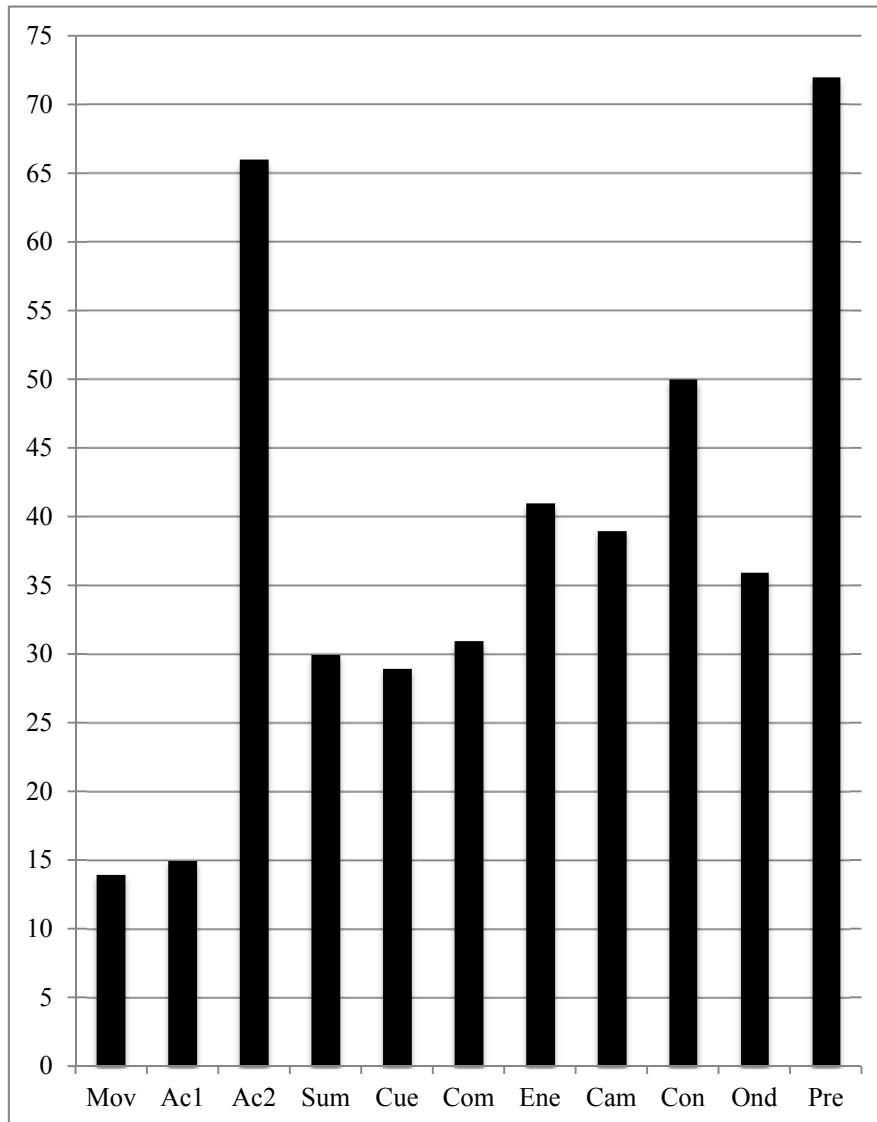
Este modelo de maestro puede ganarse la amistad de sus estudiantes y puede ayudarles más eficientemente a construir sus conocimientos. Durante la entrevista, el Profesor4 sonrió, demostrando una vez más su carácter risueño y amistoso.

Las observaciones avalaron el carácter amistoso y relajado en los laboratorios. El Profesor4 permitió que los estudiantes hablasen entre ellos: “Un estudiante de un grupo habla con otro grupo” y salieran del laboratorio sin tener la obligación de pedir permiso. De esta forma, el Profesor4 daba esa libertad a los estudiantes. Este maestro permitió que sus estudiantes sonrieran durante todos los laboratorios, lo cual demuestran las observaciones de dichas sonrisas. La frecuencia de las sonrisas de los estudiantes del Profesor4 se encuentra en la gráfica 5–18.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

En los primeros laboratorios aparecen algunas sonrisas y a partir del tercer laboratorio, en el cual aparece un aumento desbordante de la frecuencia, se duplica el número de las sonrisas de los estudiantes. Esta frecuencia se mantuvo hasta el último de los laboratorios del semestre. Si en los primeros laboratorios, los estudiantes desconocían el ambiente generado por el Profesor4, es normal que actuaran con prudencia o timidez durante el transcurso de los primeros laboratorios, pero desde el tercer laboratorio fueron conscientes de la libertad y amistad que el Profesor4 les brindaba. Por tanto, la frecuencia de las sonrisas aumentó considerablemente.

Resultado de la investigación



Gráfica 5-18. Suma de las sonrisas de los estudiantes de Profesor4 en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

d) Los materiales usados por el Profesor4

“Mis materiales principales son los papeles del laboratorio y el libro de texto” (Profesor4 en el primer cuestionario)

“Usé el papel del laboratorio y el equipo del experimento” (Profesor4 en el segundo cuestionario)

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

“Usé el papel del laboratorio, la pizarra y algunos
equipos” (Profesor4 en el tercer cuestionario)

“Uso la pizarra” (Profesor4 en la entrevista)

El Profesor4 afirmó su uso de los materiales en los cuestionarios y la entrevista. Los materiales comentados por el Profesor4 fueron los papeles del laboratorio, el libro de texto, los equipos de los experimentos y la pizarra. Al contrastar las palabras del Profesor4 con las observaciones, se encuentra que ciertamente empleó la mayoría de los materiales mencionados, pero en ningún laboratorio utilizó un libro de texto. Esta discrepancia quizás se deba a que el Profesor4 consideró el libro como un material común de los laboratorios, pero que pudo ser consultado por los estudiantes en vez de por el maestro.

En la práctica, el Profesor4 no parece buscar su forma de enseñar en la mera guía del libro de texto. Según las observaciones, el Profesor4 prefirió apoyarse en otros materiales, como la pizarra o los papeles, para aclarar los conceptos a los estudiantes. Por ejemplo, otros materiales usados por el Profesor4, pero que no mencionó ni en la entrevista ni en los cuestionarios, fueron los ordenadores y las gráficas. Tal vez este maestro incluyó como equipo del laboratorio los materiales que no mencionó explícitamente.

La tabla 5–23 recoge la suma de todas las veces que el Profesor4 utilizó los diferentes materiales anteriormente mencionados. En dicha tabla aparece que unos materiales fueron más usados que otros. El orden de mayor a menor resultó ser el siguiente: los papeles, la pizarra, el equipo, las gráficas y los ordenadores.

Resultado de la investigación

MATERIAL	Pizarra	Papel	Equipo	Ordenador	Gráfica
Mov	20	24	17	31	40
Ac1	27	15	24	6	32
Ac2	31	61	62	4	0
Sum	20	85	61	6	2
Cue	46	25	30	6	20
Com	44	68	27	3	4
Ene	35	51	1	0	0
Cam	44	72	11	0	0
Con	35	60	6	3	4
Ond	46	33	24	3	7
Pre	26	58	24	0	0
TOTAL	374	552	287	62	109

Tabla 5–23. Número de veces que el Profesor4 usa cada material.

El Profesor4 usó la pizarra en todos los laboratorios. En el primer laboratorio la utilizó poco y en los siguientes laboratorios aumentó el uso de la pizarra hasta llegar a un valor que se mantuvo más o menos constante. Utilizó el papel con una mayor aleatoriedad que otros materiales, aunque lo usó en todos los laboratorios. El

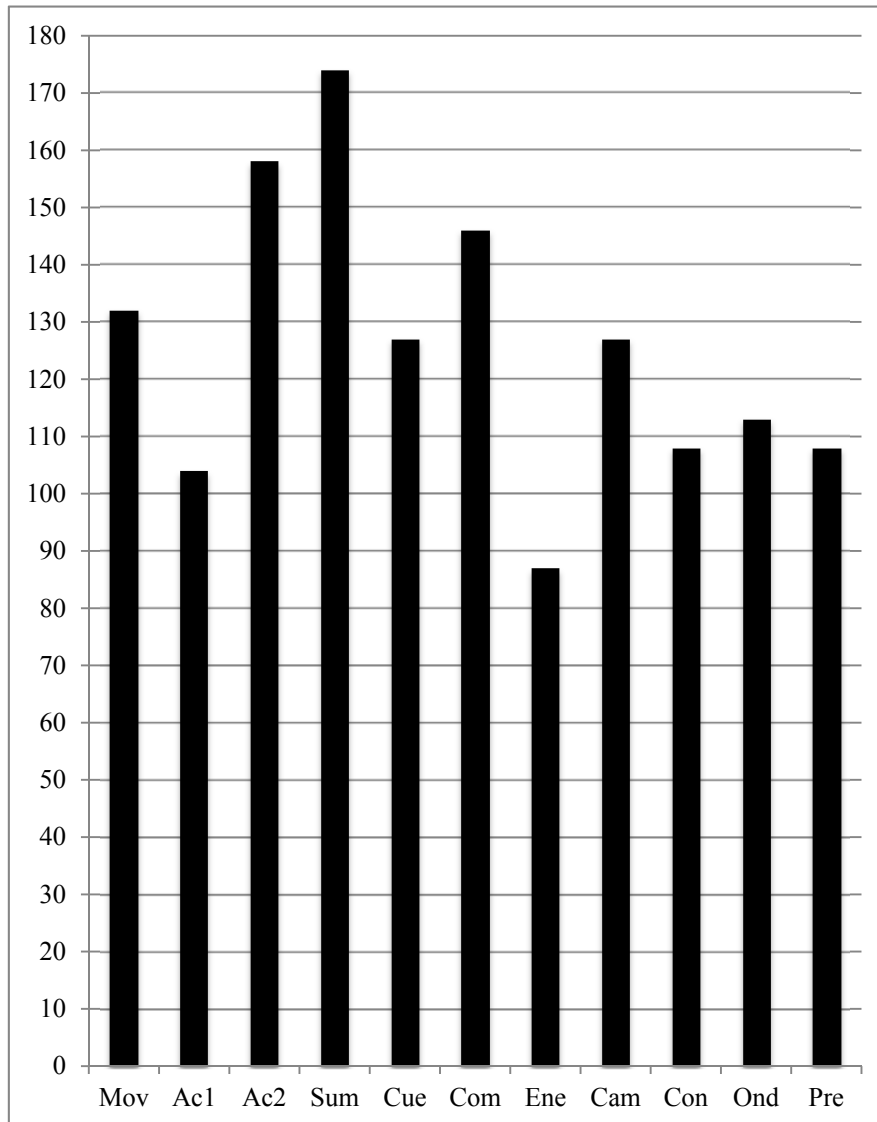
El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

equipo del laboratorio también lo utilizó el Profesor4 en todos los laboratorios del semestre de primavera.

En los primeros tres laboratorios aumentaron las ocasiones en las que el Profesor4 recurrió al equipo del laboratorio, pero en los siguientes laboratorios la frecuencia disminuye. Tal vez consideró que los estudiantes habían aprendido a manejar el equipo del laboratorio en los primeros encuentros y luego era menos necesaria las explicaciones del Profesor4. El Profesor4 utilizó los ordenadores en el primer laboratorio, pero en los siguientes laboratorios los usó poco e incluso no los tocó en varios laboratorios. Otro material muy usado en los primeros laboratorios y poco usado en el resto fueron las gráficas. Parece que ambos materiales: los ordenadores y las gráficas, fueron importantes para el Profesor4 en los primeros laboratorios, pero menos importantes en el resto de los laboratorios. Quizás, esto se deba a que los estudiantes aprendieron rápidamente el uso de estos materiales, de forma que el Profesor4 no tuvo que dedicarle más tiempo después de los primeros laboratorios.

Las observaciones parecen indicar que el Profesor4 prefirió que los estudiantes experimentaran por sí mismos con los materiales de los laboratorios y prefirió centrarse en el uso de la pizarra o los papeles. El resultado de todos los materiales se encuentra en la gráfica 5–19, la cual representa la suma del uso que el Profesor4 hizo de todos los materiales anteriormente considerados. En la gráfica se observa un frecuente uso de materiales en todos los laboratorios. Aunque algunos materiales fueron más usados en los primeros laboratorios, como las gráficas y los ordenadores. Al unirlos todos se diluye la posible idea de que en esos laboratorios se usaron más materiales que en el resto de los laboratorios. Por tanto, el Profesor4 empleó casi en todos los laboratorios un considerable número de materiales, aunque no siempre los mismos materiales en todos los laboratorios. En unos laboratorios se decantó por un tipo de materiales y en otros por otro tipo de materiales, según las necesidades de los estudiantes.

Resultado de la investigación



Gráfica 5-19. Suma de los materiales empleados por el Profesor4 en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

e) El Profesor4 pregunta a los estudiantes

El Profesor4 consideró importante el preguntar a los estudiantes: “Concluyendo, las cuestiones siempre son importantes”. Por este motivo empezó los laboratorios preguntando: “Así que empecé con la materia haciendo cuestiones”, esperando situar a los estudiantes ante los conceptos físicos experimentados en cada laboratorio: “Estas

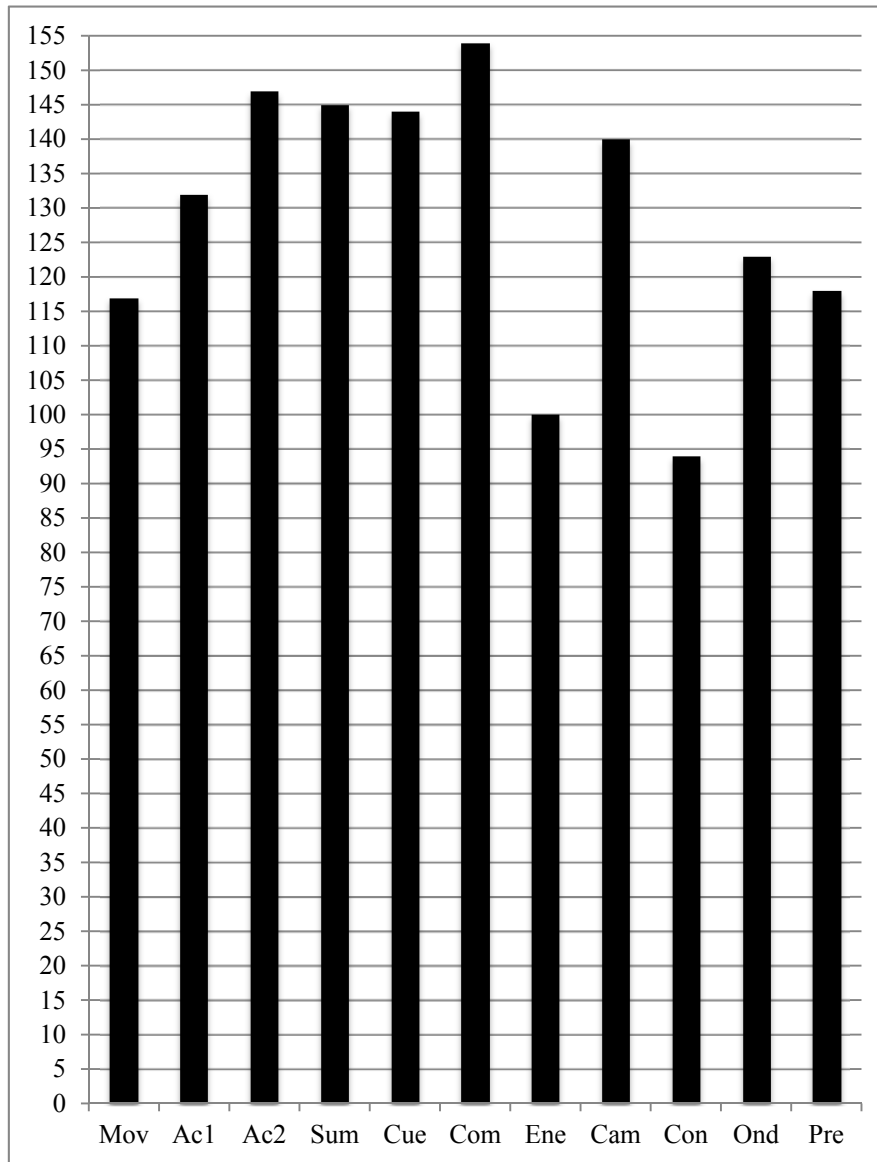
El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

cuestiones darán la introducción a sus bases sobre lo que pasa durante el laboratorio con la materia que se discutirá en el laboratorio”.

La idea del Profesor4 era coherente con su práctica, porque en las observaciones de los laboratorios se anotó que el Profesor4 preguntó a los estudiantes. El número de preguntas del Profesor4 a los estudiantes en los laboratorios se representa en la gráfica 5–20, en donde se verifica que el Profesor4 hizo más de noventa preguntas a los estudiantes en cada uno de los laboratorios. Dicha frecuencia se mantuvo aproximadamente constante a lo largo del semestre de primavera. Esto indica y corrobora la importancia que el Profesor4 concedió a las preguntas. Además, durante la entrevista, el Profesor4 indicó su flexibilidad ante las preguntas que realizó, modificándolas e incluso simplificándolas, sin llegar a dar la respuesta directamente:

“Pero el noventa por ciento de mis cuestiones suelo modificarlas o simplificarlas”, “sino, simplifico la pregunta, sino, simplifico más” (Profesor4 en la entrevista)

Resultado de la investigación



Gráfica 5–20. Suma de las preguntas de Profesor4 a los estudiantes en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

El Profesor4 manifestó que prefirió esperar la respuesta del estudiante: “Espero la respuesta” y simplificar su pregunta antes que dar la respuesta correcta. Esto demuestra que el Profesor4 deseó ayudar a los estudiantes a mejorar sus conocimientos en vez de dar

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

explicaciones directamente, lo cual es coherente con el modelo del maestro tratado en el capítulo primero de esta tesis.

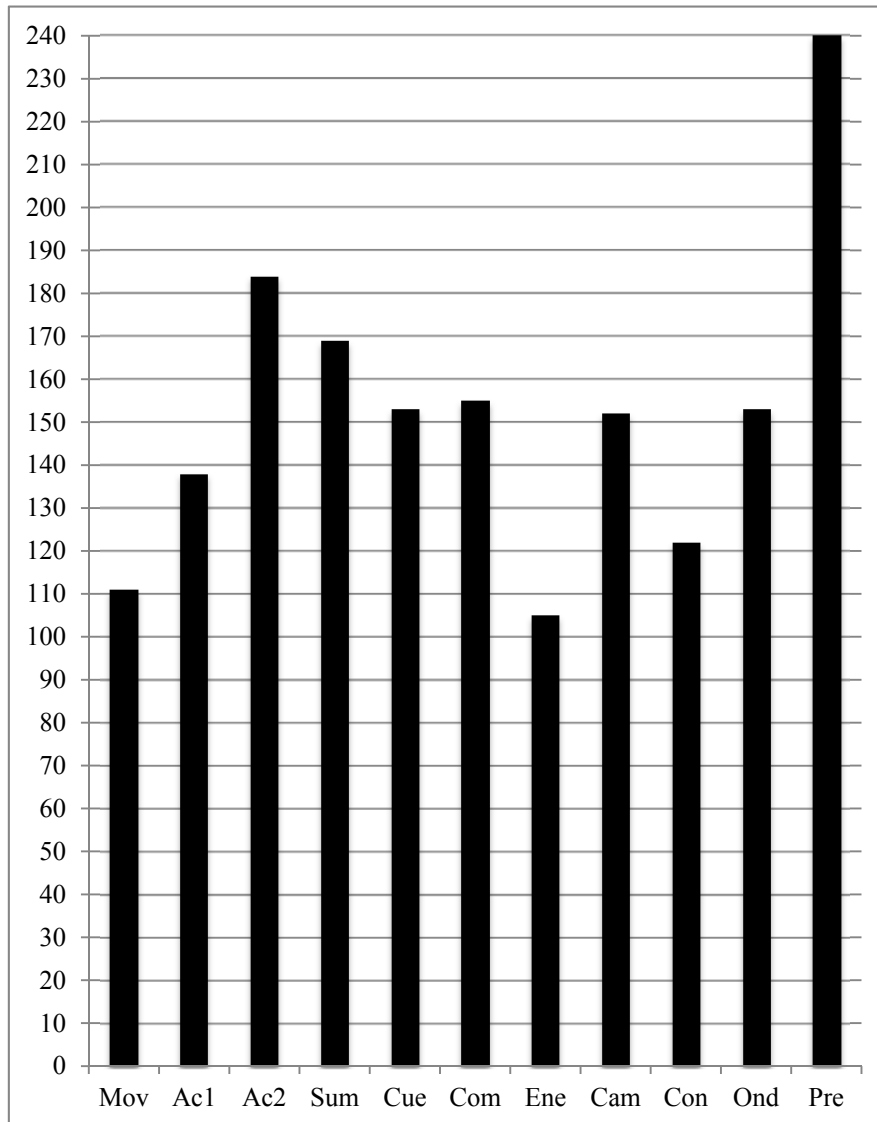
f) El Profesor4 dialoga con los estudiantes

El Profesor4 reconoció en los cuestionarios que dialogó con los estudiantes de los laboratorios: “hablé con los estudiantes”. El tema de estos diálogos era la física y cuanto se relacionaba con la misma. El Profesor4 indicó que se centró en los diálogos sobre los conceptos trabajados en los laboratorios: “En general, hablo sobre la materia”. Aunque también comentó que: “prestaba atención” a otros conceptos físicos, independientemente de que se refiriesen a los contenidos de los laboratorios:

“algunas veces, muestro atención a otros temas, que están relacionados con la física. Comento a los estudiantes cosas relacionadas con la física”. (Profesor4 en la entrevista).

Esto muestra cierta flexibilidad en sus diálogos y también muestra su interés por introducir la física a los estudiantes. Las observaciones son consistentes con el hecho de la existencia de diálogos entre el Profesor4 y los estudiantes, como muestra la gráfica 2–21. La frecuencia de los diálogos del Profesor4 es alta y aproximadamente constante en todos los laboratorios. Aproximadamente, el Profesor4 cuenta con más de cien diálogos por laboratorio.

Resultado de la investigación



Gráfica 2-21. Suma de los diálogos entre el Profesor4 y los estudiantes en cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

Al comparar la frecuencia de las preguntas con la frecuencia de los diálogos se encuentra una gran similitud, aunque la frecuencia de los diálogos es ligeramente superior, según se observa en las gráficas anteriores. Esto indica que el Profesor4 consideró las preguntas y los diálogos como un conjunto.

Por último, se ha analizado la secuencia de las preguntas que motivan diálogos y de los diálogos que motivan preguntas del

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Profesor4 a los estudiantes. Los resultados de dicho análisis aparecen en la tabla 5–24, donde se comprueba que la secuencia seguida por el Profesor4 en todos los laboratorios era empezar por preguntar a los estudiantes para posteriormente dialogar con ellos. Esto refuerza la idea de que el Profesor4 utilizaba las preguntas y los diálogos según una estrategia combinada.

SECUENCIAS	Preguntas – Diálogos	Diálogos – Preguntas
Mov	69	0
Ac1	76	2
Ac2	94	4
Sum	84	3
Cue	71	3
Com	105	1
Ene	57	1
Cam	67	0
Con	67	1
Ond	68	4
Pre	71	12

Tabla 5–24. Secuencia de preguntas y diálogos iniciados por el Profesor4 con los estudiantes de cada uno de los laboratorios del semestre de primavera.

g) Evolución del Profesor4

El Profesor4 no comentó nada claro sobre su cambio, ya sea porque no lo consideró importante o no lo hubo. El Profesor4 no indicó en la entrevista si era consciente o no de algún cambio. Puede que no mostrara un explícito interés por la mejora de su práctica como maestro. Para averiguar si hubo o no estos cambios se han sumado las ayudas, las sonrisas, las preguntas, los diálogos y los materiales de los cinco primeros laboratorios del semestre de otoño y se han comparado

Resultado de la investigación

con los cinco primeros laboratorios del semestre de primavera, dividiendo por el número de estudiantes de cada semestre. Los resultados de dicha comparación se muestran en la tabla 5–25, donde se observa que el número de ayudas, sonrisas, materiales, preguntas y diálogos aumentaron en el semestre de primavera con respecto al semestre de otoño.

EVOLUCION	Mov	Ac1	Ac2	Sum	Cue
Ayudas					
Otoño	0.3	0.5	0.1	0.5	0.9
Primavera	2.3	3.4	2.8	1.1	1.1
Ambiente					
Otoño	0.2	0.1	0.1	0.6	0.5
Primavera	0.9	0.9	4.1	1.9	1.8
Preguntas					
Otoño	0.5	0.6	1	3.6	1.9
Primavera	7.3	8.2	9.2	9.1	9
Diálogos					
Otoño	0.5	0.6	1.1	4.1	2.6
Primavera	6.9	8.6	11.5	10.6	9.6
Materiales					
Otoño	1.5	2.1	2.1	4.5	3.3
Primavera	8.2	6.5	9.9	10.9	7.9
Total					
Otoño	3	3.9	4.4	13.3	9.2
Primavera	25.6	27.6	37.5	33.6	29.4

Tabla 5–25. Evolución del Profesor4 entre el semestre de otoño y el de primavera.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Se deduce que el Profesor4 mejoró su uso de las diversas estrategias educativas, aunque puede que no fuera consciente de este cambio.

3. Resultado del análisis comparativo de los casos

En este apartado se desarrolla el análisis de la comparación de los cuatro estudios de casos, mediante el análisis comparativo de cada una de las categorías seleccionadas en el capítulo segundo: perspectivas, ambiente, materiales y pregunta. Los cuatro profesores lograron la licenciatura de Ciencias Físicas en sus respectivos países. Los profesores 1 y 2 se licenciaron en la India, el Profesor3 en Nepal y el Profesor4 en Jordania. El más joven era el Profesor1 y luego le sigue en edad el Profesor2. El Profesor4 tenía unos tres años más que el Profesor2. Por último, el Profesor3 era cinco años mayor que el Profesor4.

El Profesor3 era el único de los cuatro que había enseñado en un aula antes de llegar a la NMSU. El motivo por el cual estaban estos cuatro profesores en esta universidad estadounidense era el mismo: obtener el doctorado en Física. Para comparar a los profesores se calculan los promedios del número de veces de cada categoría para cada profesor y se divide entre el número de estudiantes que tuvo cada profesor, puesto que no fue el mismo para todos los maestros.

Finalmente se realiza el promedio de tres laboratorios consecutivos, el cual se representa en las gráficas 2-22, 2-23, 2-24, 2-25, 2-26 y 2-27. Para calcular el promedio de una curva de la gráfica se centra en cada parte y se le suman los puntos contiguos a derecha e izquierda del punto en cuestión y se divide entre tres. Los puntos de valor nulo están excluidos. Tampoco se utilizó el promedio en los puntos externos de la curva. La ventaja que concede el cálculo del promedio de tres puntos consiste en la eliminación de la aleatoriedad, comentada en los apartados anteriores para los estudios de casos individuales, lográndose una visualización más clara del patrón mostrado.

3.1. Comparación de las perspectivas

Al comparar lo comentado en la categoría de los perspectivas de cada profesor se comprueba que los perspectivas de los cuatro

Resultado de la investigación

profesores se centran en conseguir un aprendizaje conceptual, procedimental y actitudinal de los estudiantes. Todos los profesores coinciden en promover la construcción de los conocimientos por parte de los propios estudiantes. Para lograr estas perspectivas, los maestros ayudaban a los estudiantes, aunque no les den las respuestas a sus dudas directamente, sino más bien actuando como guías en el avance de los conocimientos de los estudiantes. En las tablas 5–26, 27, 28 y 29 se calculan los promedios del número de ayudas que concede a sus estudiantes el Profesor1, 2, 3 y 4 respectivamente como se explicó al principio del actual capítulo.

AYUDAS	Ayudas / 17 estudiantes	Promedio de 3 puntos
Mov	$29 / 17 = 1.7$	1.7
Ac1	$6 / 17 = 0.3$	$(1.7+0.3+4.6)/3=2.2$
Ac2	$78 / 17 = 4.6$	$(0.3+4.6+2.7)/3=2.5$
Sum	$46 / 17 = 2.7$	$(4.6+2.7+2.9)/3=3.4$
Cue	$50 / 17 = 2.9$	$(2.7+2.9+1.7)/3=2.4$
Com	$29 / 17 = 1.7$	$(2.9+1.7+1)/3=1.9$
Ene	$17 / 17 = 1$	$(1.7+1+3.4)/3=2$
Cam	$58 / 17 = 3.4$	$(1+3.4+3.5)/3=2.6$
Con	$60 / 17 = 3.5$	$(3.4+3.5+4.3)/3=3.7$
Ond	$73 / 17 = 4.3$	$(3.5+4.3+3.2)/3=3.7$
Pre	$54 / 17 = 3.2$	3.2

Tabla 5–26. Promedio de las ayudas del Profesor1.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

AYUDAS	Ayudas / 14 estudiantes	Promedio de 3 puntos
Mov	$29 / 14 = 2.1$	2.1
Ac1	$45 / 14 = 3.2$	$(2.1+3.2+3.1)/3=2.8$
Ac2	$44 / 14 = 3.1$	$(3.2+3.1+2.3)/3=2.9$
Sum	$32 / 14 = 2.3$	$(3.1+2.3+1.3)/3=2.2$
Cue	$19 / 14 = 1.3$	$(2.3+1.3+1.6)/3=1.7$
Com	$23 / 14 = 1.6$	$(1.3+1.6+1.7)/3=1.5$
Ene	$25 / 14 = 1.7$	$(1.6+1.7+3.2)/3=2.2$
Cam	$45 / 14 = 3.2$	$(1.7+3.2+2.3)/3=2.4$
Con	$33 / 14 = 2.3$	$(3.2+2.3+3.3)/3=2.9$
Ond	$47 / 14 = 3.3$	$(2.3+3.3+5.1)/3=3.6$
Pre	$71 / 14 = 5.1$	5.1

Tabla 5–27. Promedio de las ayudas del Profesor2.

Resultado de la investigación

AYUDAS	Ayudas / 8 estudiantes	Promedio de 3 puntos
Mov	$28 / 8 = 3.5$	3.5
Ac1	$56 / 8 = 7$	$(3.5+7+5.9)/3=5.5$
Ac2	$47 / 8 = 5.9$	$(7+5.9+2.4)/3=5.1$
Sum	$19 / 8 = 2.4$	$(5.9+2.4+7.1)/3=5.1$
Cue	$57 / 8 = 7.1$	$(2.4+7.1+3.4)/3=4.3$
Com	$27 / 8 = 3.4$	$(7.1+3.4+3.5)/3=4.7$
Ene	$28 / 8 = 3.5$	$(3.4+3.5+6.5)/3=4.5$
Cam	$52 / 8 = 6.5$	$(3.5+6.5+4.7)/3=4.9$
Con	$38 / 8 = 4.7$	$(6.5+4.7+8.2)/3=6.5$
Ond	$66 / 8 = 8.2$	$(4.7+8.2+5.6)/3=6.2$
Pre	$45 / 8 = 5.6$	5.6

Tabla 5–28. Promedio de las ayudas del Profesor3.

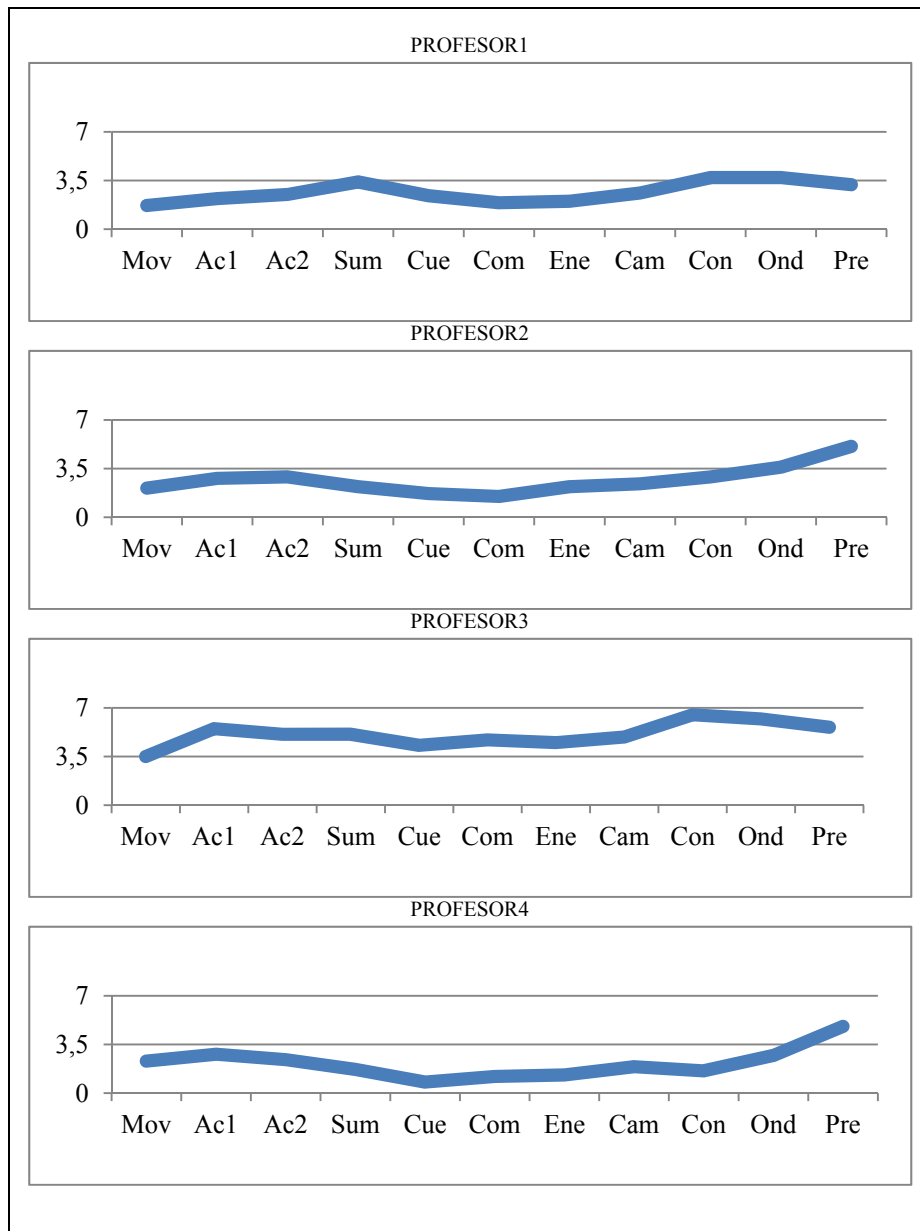
El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

AYUDAS	Ayudas / 16 estudiantes	Promedio de 3 puntos
Mov	$37 / 16 = 2.3$	2.3
Ac1	$55 / 16 = 3.4$	$(2.3+3.4+2.8)/3=2.8$
Ac2	$45 / 16 = 2.8$	$(3.4+2.8+1.1)/3=2.4$
Sum	$17 / 16 = 1.1$	$(2.8+1.1+1.1)/3=1.7$
Cue	$18 / 16 = 1.1$	$(1.1+1.1+2.5)/3=0.8$
Com	$40 / 16 = 2.5$	$(1.1+2.5+2.3)/3=1.2$
Ene	$37 / 16 = 2.3$	$(2.5+2.3+1.6)/3=1.3$
Cam	$26 / 16 = 1.6$	$(2.3+1.6+1.9)/3=1.9$
Con	$31 / 16 = 1.9$	$(1.6+1.9+1.3)/3=1.6$
Ond	$21 / 16 = 1.3$	$(1.9+1.3+4.8)/3=2.7$
Pre	$77 / 16 = 4.8$	4.8

Tabla 5–29. Promedio de las ayudas del Profesor4.

Con el propósito de visualizar la comparación de la frecuencia de las ayudas de los profesores a los estudiantes se ha creado la gráfica 5–22.

Resultado de la investigación



Gráfica 5–22. Comparación del promedio de las ayudas de los profesores.

Los cuatro profesores observados empezaron los laboratorios del semestre de primavera ayudando algo a sus estudiantes con los conceptos. A lo largo del semestre siguieron ayudando, aumentando el número de las ayudas unas veces y otras veces disminuyendo. A pesar

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

de estas fluctuaciones, todos los maestros terminaron el semestre con una frecuencia de ayudas mayor que en los laboratorios iniciales.

Pese a provenir de diferentes nacionalidades y tener diferentes edades y sexo, los cuatro maestros se comportaron de forma similar en cuanto a su objetivo de ayudar a los estudiantes con las dudas que les surgen en los laboratorios. El Profesor3 parece que ayudaba un poco más a los estudiantes al compararlo con el resto de profesores. Esto puede ser debido a su mayor experiencia en la enseñanza y al hecho de tener sus perspectivas como maestro más asentados.

3.2. Comparación de las efectividades

Los cuatro profesores empezaron el semestre planteando la misma forma de evaluar a los estudiantes, es decir, las tareas y el examen final, el cual consistió en una explicación oral de uno de los laboratorios de física, que previamente se había realizado en el semestre. Se observó que los estudiantes parecían estar de acuerdo con esta forma de evaluar los conocimientos que adquiriesen.

Para valorar las tareas entregadas por los estudiantes al comenzar los laboratorios, el Profesor1 puntuaba con más dureza las primeras tareas con la idea de promover el esfuerzo en los estudiantes por mejorar. El Profesor2 también reconoció su imagen de exigente ante los estudiantes. El Profesor3 actuó de forma diferente, porque no le importaba conceder la máxima calificación en las tareas con tal de motivar a los estudiantes ante la satisfacción de una máxima calificación en el trabajo presentado. El Profesor4 no indicó si era o no exigente, tan sólo reconoció las buenas calificaciones obtenidas por los estudiantes en las tareas. La mayoría de los estudiantes de los cuatro profesores obtuvieron buenas calificaciones.

En la tabla 5–30 se sintetizan los promedios resultantes de los estudiantes de cada uno de los cuatro maestros y se observa la evidencia de que los estudiantes del Profesor2 son los que consiguieron la menor calificación de las tareas y los estudiantes del Profesor3 la mayor calificación, en coherencia con sus comentarios en la entrevista. Sin embargo, la calificación lograda en el examen fue muy similar para los estudiantes de los cuatro profesores. Parece ser que los estudiantes asimilaban los conceptos de la física de forma similar, aunque sus calificaciones de las tareas fueran algo diferentes.

Resultado de la investigación

CALIFICACIONES	TAREAS	EXAMEN	FINAL	OPINION
PROFESOR1	8.1	8.6	9.3	8.1
PROFESOR2	7.5	8.9	9.2	8.4
PROFESOR3	9.1	8.7	9.7	9.2
PROFESOR4	8.3	8.9	9.5	8.7

Tabla 5–30. Resultados de los estudiantes de cada uno de los cuatro profesores.

La calificación final se obtuvo como el promedio de las tareas y el examen, y además se añadió un punto extra por valorar el esfuerzo de los estudiantes, como indicaron en las entrevistas informales a todos los maestros. En orden de menor a mayor se encuentran, los estudiantes del Profesor2, Profesor1, Profesor4 y Profesor3 con un promedio alrededor de nueve. Las pequeñas diferencias en el examen final de los estudiantes de cada profesor son insignificantes ante el resultado final tan similar para todos los casos estudiados.

Los modelos de enseñanza empleados por los maestros de esta investigación de tesis logran excelentes resultados en las calificaciones de sus estudiantes. Además, la opinión general de los estudiantes coincidió en recomendar a sus profesores, a los cuales evaluaron con calificaciones altas, aunque sin llegar a un promedio de diez.

Los profesores fueron valorados por sus estudiantes de menor a mayor en el siguiente orden: Profesor1, Profesor2, Profesor4 y Profesor3. Curiosamente, el profesor que concedió calificaciones más altas en las tareas realizadas por los estudiantes fue el que obtuvo la máxima calificación, aunque sus estudiantes no lograron la calificación más alta en el examen, pero sí la consiguieron en la calificación final. Puede que el Profesor3 lograra motivar suficientemente a sus estudiantes con su alta valoración en las tareas.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

3.3. Comparación del ambiente

Los cuatro maestros reconocieron el buen ambiente que hubo en sus laboratorios. Los motivos de este buen ambiente, que expusieron el Profesor1 y el Profesor3, fueron que los estudiantes podían comunicarse entre ellos y con el profesor. El Profesor1 también comentó la importancia de un buen ambiente para que los estudiantes tuvieran libertad para razonar. El Profesor2 pensaba que con ese tipo de ambiente se facilitaba el aprendizaje. Entre todos los estudiantes del Profesor4 existía una buena interacción, disfrutaban de las conversaciones y se comunicaban entre ellos frecuentemente. El Profesor4 también permitió que los estudiantes hablasen entre ellos, para que los estudiantes se sintieran libres.

El Profesor2 prefería un ambiente donde los estudiantes tuvieran libertad para hablar entre ellos, no le gustaba el ambiente estricto ni tener que exigir o mandar a los estudiantes.

El ambiente de relajación y libertad no tenía la obligación de ser desordenado. Además se mantenía un buen y respetuoso comportamiento en los laboratorios. El Profesor4 también coincidía con esta idea al comentar que el respeto mutuo era el fundamento de un buen aprendizaje. El Profesor4 indicó que a los estudiantes les costaba más entender los conceptos en un ambiente creado por un profesor estricto, según su propia experiencia como estudiante. En general, los estudiantes de todos los profesores también tuvieron la libertad de salir del laboratorio.

Durante las entrevistas, el Profesor2 y el Profesor4 sonrieron manifestando caracteres alegres. El Profesor1 se preocupaba por los estudiantes y su estado de ánimo, por ejemplo, cuando percibía que estaban cansados, actuaba como un buen amigo de los estudiantes y les ayudaba a relajarse. El Profesor1 pretendía hacer la física divertida y para lograrlo, sonrió con frecuencia. Resumiendo, el Profesor1 se decantó por un ambiente amistoso e intentó mantener los factores opresivos fuera del laboratorio que atendió. El Profesor4 concedió una gran importancia a las cualidades pedagógicas de un profesor amistoso, porque de esta forma podía ayudar más a los estudiantes en la construcción de los conocimientos.

En las tablas 5–31, 32, 33 y 34 se encuentran los promedios del número de las sonrisas de los estudiantes de Profesor1, Profesor2,

Resultado de la investigación

Profesor3 y Profesor4 respectivamente. La representación gráfica 5–23 de las tablas anteriores se encuentra en la gráfica, donde se observa que los maestros permitieron a los estudiantes sonreír de forma progresiva. En los primeros laboratorios, el ambiente fue mejorando y con el avance del semestre se mejoraron las relaciones amistosas y se alcanzó una adecuada comunicación. Al final del semestre se observó una mejora del ambiente en todos los casos.

AMBIENTE	Sonrisas / 17 estudiantes	Promedio de 3 puntos
Mov	$8 / 17 = 0.5$	0.5
Ac1	$12 / 17 = 0.7$	$(0.5+0.7+2.5)/3=1.2$
Ac2	$42 / 17 = 2.5$	$(0.7+2.5+2.8)/3=2$
Sum	$48 / 17 = 2.8$	$(2.5+2.8+2.2)/3=2.5$
Cue	$37 / 17 = 2.2$	$(2.8+2.2+2.6)/3=2.5$
Com	$44 / 17 = 2.6$	$(2.2+2.6+1.3)/3=2$
Ene	$22 / 17 = 1.3$	$(2.6+1.3+2.9)/3=2.3$
Cam	$49 / 17 = 2.9$	$(1.3+2.9+1)/3=1.7$
Con	$17 / 17 = 1$	$(2.9+1+3.2)/3=2.3$
Ond	$54 / 17 = 3.2$	$(1+3.2+4)/3=2.7$
Pre	$68 / 17 = 4$	4

Tabla 5–31. Promedio del buen ambiente creado por el Profesor1.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

AMBIENTE	Sonrisas / 14 estudiantes	Promedio de 3 puntos
Mov	$29 / 14 = 2.1$	2.1
Ac1	$22 / 14 = 1.6$	$(2.1+1.6+2.1)/3=1.9$
Ac2	$30 / 14 = 2.1$	$(1.6+2.1+2.6)/3=2.1$
Sum	$36 / 14 = 2.6$	$(2.1+2.6+2)/3=2.2$
Cue	$28 / 14 = 2$	$(2.6+2+4.4)/3=3$
Com	$61 / 14 = 4.4$	$(2+4.4+1.9)/3=2.8$
Ene	$26 / 14 = 1.9$	$(4.4+1.9+2.3)/3=2.9$
Cam	$32 / 14 = 2.3$	$(1.9+2.3+2.3)/3=2.2$
Con	$32 / 14 = 2.3$	$(2.3+2.3+3.7)/3=2.8$
Ond	$52 / 14 = 3.7$	$(2.3+3.7+4.6)/3=3.5$
Pre	$65 / 14 = 4.6$	4.6

Tabla 5–32. Promedio del buen ambiente creado por el Profesor2.

Resultado de la investigación

AMBIENTE	Sonrisas / 8 estudiantes	Promedio de 3 puntos
Mov	0	0
Ac1	$5 / 8 = 0.6$	0.6
Ac2	$1 / 8 = 0.1$	$(0.6+0.1+0.9)/3=0.5$
Sum	$7 / 8 = 0.9$	$(0.1+0.9+1.9)/3=1$
Cue	$15 / 8 = 1.9$	$(0.9+1.9+1.5)/3=1.4$
Com	$12 / 8 = 1.5$	$(1.9+1.5+1.2)/3=1.5$
Ene	$10 / 8 = 1.2$	$(1.5+1.2+0.5)/3=1.1$
Cam	$4 / 8 = 0.5$	$(1.2+0.5+3.2)/3=1.6$
Con	$26 / 8 = 3.2$	$(0.5+3.2+5.1)/3=2.9$
Ond	$41 / 8 = 5.1$	$(3.2+5.1+5)/3=4.4$
Pre	$40 / 8 = 5$	5

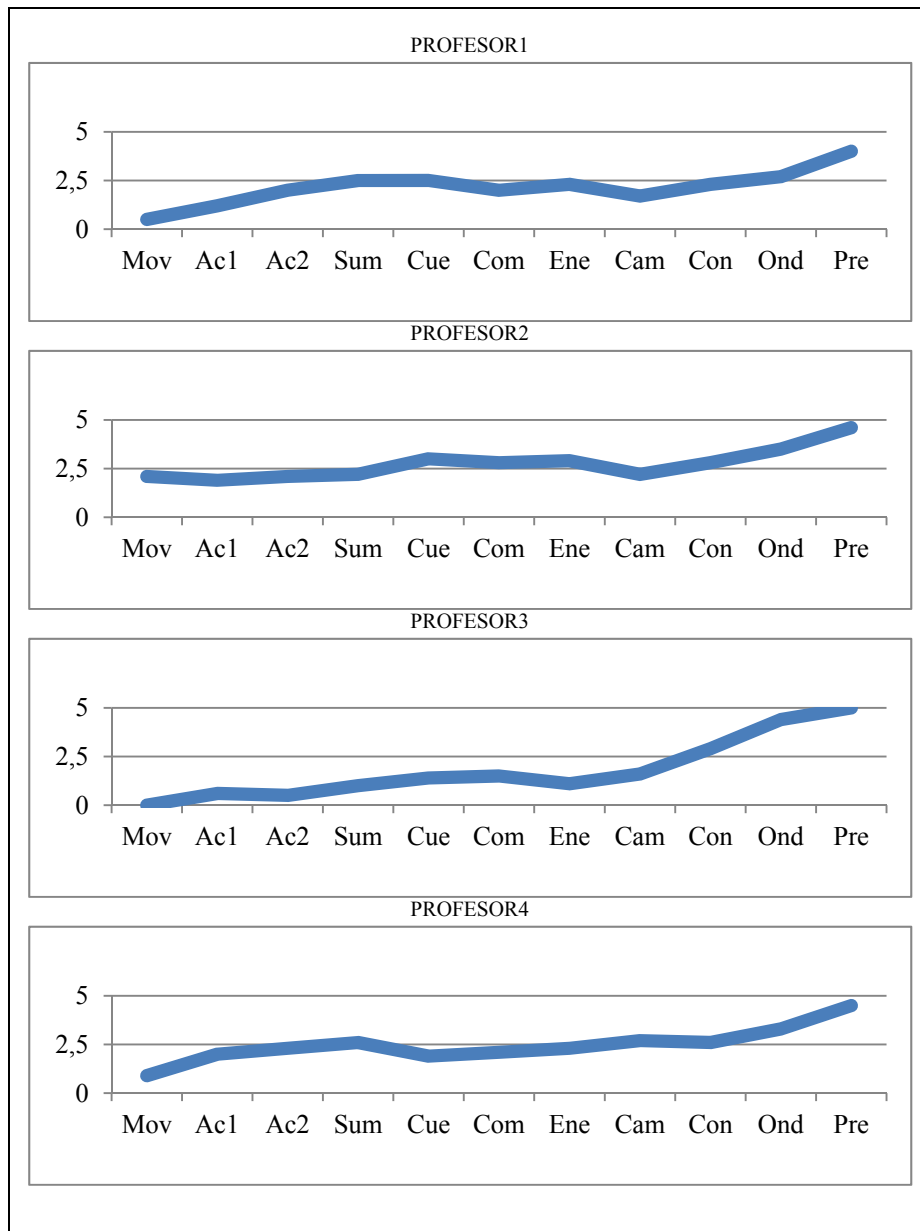
Tabla 5–33. Promedio del buen ambiente creado por el Profesor3.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

AMBIENTE	Sonrisas / 16 estudiantes	Promedio de 3 puntos
Mov	$14 / 16 = 0.9$	0.9
Ac1	$15 / 16 = 0.9$	$(0.9+0.9+4.1)/3=2$
Ac2	$66 / 16 = 4.1$	$(0.9+4.1+1.9)/3=2.3$
Sum	$30 / 16 = 1.9$	$(4.1+1.9+1.8)/3=2.6$
Cue	$29 / 16 = 1.8$	$(1.9+1.8+1.9)/3=1.9$
Com	$31 / 16 = 1.9$	$(1.8+1.9+2.6)/3=2.1$
Ene	$41 / 16 = 2.6$	$(1.9+2.6+2.4)/3=2.3$
Cam	$39 / 16 = 2.4$	$(2.6+2.4+3.1)/3=2.7$
Con	$50 / 16 = 3.1$	$(2.4+3.1+2.2)/3=2.6$
Ond	$36 / 16 = 2.2$	$(3.1+2.2+4.5)/3=3.3$
Pre	$72 / 16 = 4.5$	4.5

Tabla 5–34. Promedio del buen ambiente creado por el Profesor4.

Resultado de la investigación



Gráfica 5-23. Comparación del promedio de las veces que los profesores permitieron a los estudiantes sonreír.

El Profesor3 sigue un perfil similar al resto de los profesores, pero es destacable su falta de sonrisas en el primero de los laboratorios y posteriormente logra el máximo promedio en el último laboratorio. Por tanto, el Profesor3 muestra una mejora mayor del

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

ambiente que los demás maestros. En general, se observó que todos los profesores promovieron la amistad y alegría, generando un buen ambiente para la elaboración de los contenidos tratados en los diferentes laboratorios. Esta forma de actuar es coherente con la esperada por los profesores tratados en la teoría de esta tesis.

3.4. Comparación de los materiales

Los materiales observados durante los laboratorios se encuentran en las tablas 5–35, 36, 37 y 38, donde se muestran los resultados de la comparación. Los cuatro maestros usaron variados materiales didácticos. Todos los maestros utilizaban con mayor frecuencia la pizarra y el papel, mientras que otros materiales como los ordenadores y las gráficas son usados con menor frecuencia y mayor aleatoriedad.

El equipo del laboratorio es un material empleado con una frecuencia intermedia. Aunque se observó una variación significativa del uso de determinados materiales, dependiendo de los laboratorios, el promedio de todos los materiales en general se mantuvo independientemente de los contenidos de los laboratorios. Los materiales de frecuencia constante fueron la pizarra, el papel y los materiales más específicos del contenido fueron el material, los ordenadores y las gráficas.

Resultado de la investigación

MATERIALES	Materiales / 17 estudiantes	Promedio de 3 puntos
Mov	$122 / 17 = 7.2$	7.2
Ac1	$165 / 17 = 9.7$	$(7.2+9.2+17.8)/3=11.6$
Ac2	$303 / 17 = 17.8$	$(9.2+17.8+15.8)/3=14.4$
Sum	$269 / 17 = 15.8$	$(17.8+15.8+19)/3=17.5$
Cue	$324 / 17 = 19$	$(15.8+19+19.2)/3=18$
Com	$326 / 17 = 19.2$	$(19+19.2+12.4)/3=16.9$
Ene	$211 / 17 = 12.4$	$(19.2+12.4+13.4)/3=15$
Cam	$228 / 17 = 13.4$	$(12.4+13.4+18)/3=14.6$
Con	$307 / 17 = 18$	$(13.4+18+20.8)/3=17.4$
Ond	$353 / 17 = 20.8$	$(18+20.8+12.3)/3=17$
Pre	$210 / 17 = 12.3$	12.3

Tabla 5–35. Promedio del material usado por el Profesor1.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

MATERIALES	Materiales / 14 estudiantes	Promedio de 3 puntos
Mov	$232 / 14 = 16.6$	16.6
Ac1	$175 / 14 = 12.5$	$(16.6+12.5+13.1)/3=14.1$
Ac2	$183 / 14 = 13.1$	$(12.5+13.1+16.8)/3=14.1$
Sum	$235 / 14 = 16.8$	$(13.1+16.8+12.8)/3=14.2$
Cue	$179 / 14 = 12.8$	$(16.8+12.8+17.3)/3=15.6$
Com	$242 / 14 = 17.3$	$(12.8+17.3+1.7)/3=10.6$
Ene	$162 / 14 = 11.6$	$(17.3+11.6+8.1)/3=12.3$
Cam	$113 / 14 = 8.1$	$(11.6+8.1+18.7)/3=12.8$
Con	$262 / 14 = 18.7$	$(8.1+18.7+15.6)/3=14.2$
Ond	$218 / 14 = 15.6$	$(18.7+15.6+14.4)/3=16.2$
Pre	$202 / 14 = 14.4$	14.4

Tabla 5-36. Promedio del material usado por el Profesor2.

Resultado de la investigación

MATERIALES	Materiales / 8 estudiantes	Promedio de 3 puntos
Mov	$81 / 8 = 10.1$	10.1
Ac1	$72 / 8 = 9$	$(10.1+9+5.1)/3=8.1$
Ac2	$41 / 8 = 5.1$	$(9+5.1+15.2)/3=9.8$
Sum	$122 / 8 = 15.2$	$(5.1+15.2+19.1)/3=13.1$
Cue	$153 / 8 = 19.1$	$(15.2+19.1+17.9)/3=17.4$
Com	$143 / 8 = 17.9$	$(19.1+17.9+17.1)/3=18$
Ene	$137 / 8 = 17.1$	$(17.9+17.1+26.2)/3=20.4$
Cam	$210 / 8 = 26.2$	$(17.1+26.2+29.6)/3=24.3$
Con	$237 / 8 = 29.6$	$(26.2+29.6+20.4)/3=25.4$
Ond	$163 / 8 = 20.4$	$(29.6+20.4+19.5)/3=23.2$
Pre	$156 / 8 = 19.5$	19.5

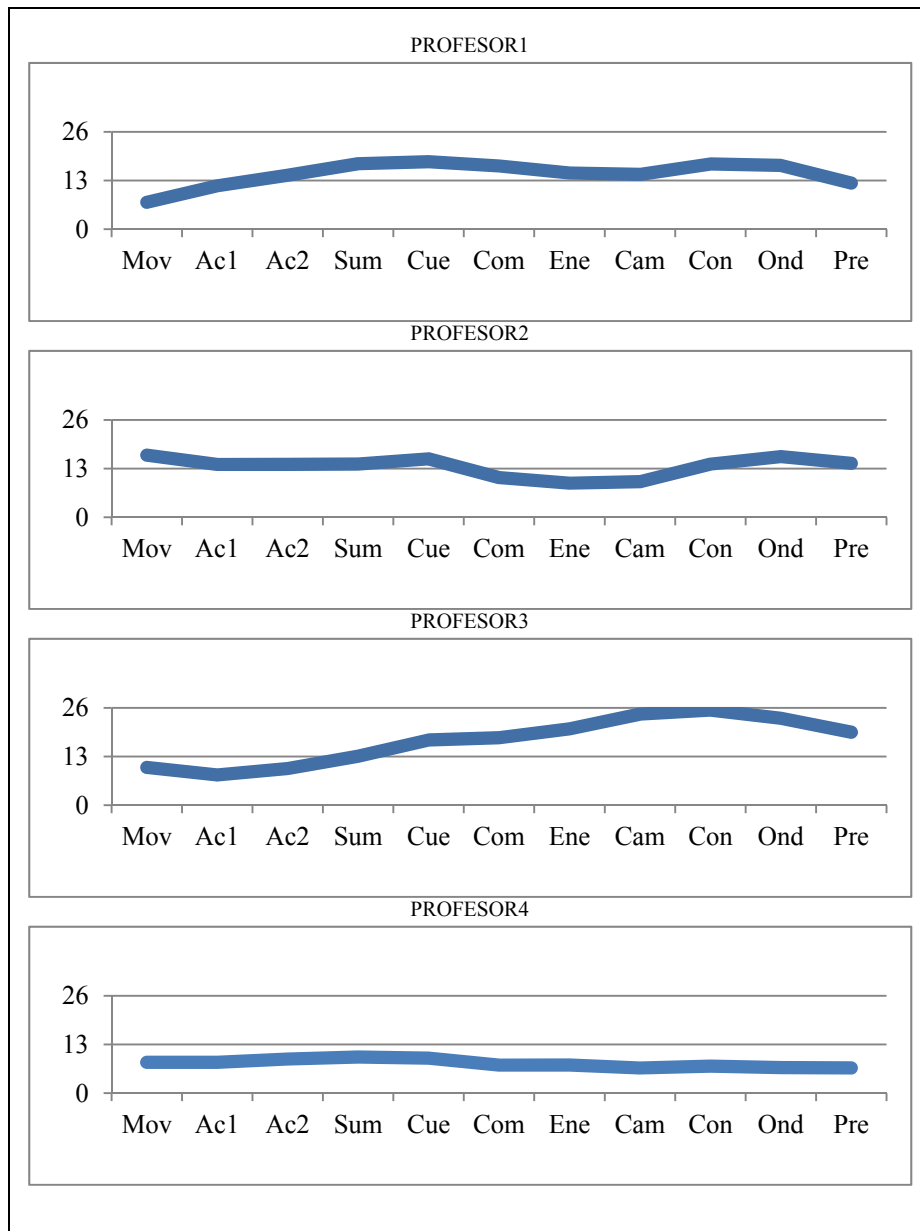
Tabla 5-37. Promedio del material usado por el Profesor3.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

MATERIALES	Materiales / 16 estudiantes	Promedio de 3 puntos
Mov	$132 / 16 = 8.2$	8.2
Ac1	$104 / 16 = 6.5$	$(8.2+6.5+9.9)/3=8.2$
Ac2	$158 / 16 = 9.9$	$(6.5+9.9+10.9)/3=9.1$
Sum	$174 / 16 = 10.9$	$(9.9+10.9+7.9)/3=9.6$
Cue	$127 / 16 = 7.9$	$(10.9+7.9+9.1)/3=9.3$
Com	$146 / 16 = 9.1$	$(7.9+9.1+5.4)/3=7.5$
Ene	$87 / 16 = 5.4$	$(9.1+5.4+7.9)/3=7.5$
Cam	$127 / 16 = 7.9$	$(5.4+7.9+6.7)/3=6.7$
Con	$108 / 16 = 6.7$	$(7.9+6.7+7.1)/3=7.2$
Ond	$113 / 16 = 7.1$	$(6.7+7.1+6.7)/3=6.8$
Pre	$108 / 16 = 6.7$	6.7

Tabla 5–38. Promedio del material usado por el Profesor4.

Resultado de la investigación



Gráfica 5-24. Comparación del promedio de los materiales usados por los profesores.

En la gráfica 5-24 aparecen los perfiles de todos los profesores con respecto al uso de los materiales y se observa que el Profesor4 mantuvo constante la frecuencia, el Profesor2 fue el que empezó con mayor frecuencia y se mantuvo constante, al igual que el Profesor1. El

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Profesor3 presenta la mayor variación en el uso de materiales en los últimos laboratorios del semestre de primavera, partiendo del valor más bajo y alcanzando la frecuencia mayor de los cuatro. Esto indica una mejora sustancial del maestro a lo largo del semestre y coincide con la importancia que dio el Profesor3 al cambio de estrategias, según comentó en la entrevista.

3.5. Comparación de las preguntas

En los cuestionarios, ninguno de los maestros investigados mencionaron que usaran las preguntas como estrategia, pero a lo largo de las entrevistas con el Profesor1, el Profesor2 y el Profesor4 emergió el hecho de que preguntaron a sus respectivos estudiantes. Este hecho se corroboró en las observaciones, según se muestra en las tablas 5–39, 40, 41 y 42, en las cuales aparece el promedio de veces que los maestros preguntaron a los estudiantes, calculado como se indicó al principio del capítulo. Los resultados pueden verse en la gráfica 5–25. Los perfiles muestran diferentes evoluciones para cada maestro. El Profesor2 era el maestro que preguntó más en la mayoría de los laboratorios del semestre de primavera. Por otro lado, el Profesor4 se mantuvo en una frecuencia prácticamente constante a lo largo del semestre. El Profesor3 también se mantuvo en un promedio aproximadamente constante en su frecuencia de preguntas a los estudiantes. Por último, el Profesor1 empezó con un promedio bajo de preguntas para rápidamente mejorar ese promedio hasta un valor máximo y después, el promedio decrece lentamente.

Resultado de la investigación

PREGUNTAS	Preguntas / 17 estudiantes	Promedio de 3 puntos
Mov	$73 / 17 = 4.3$	4.3
Ac1	$141 / 17 = 8.3$	$(4.3+8.3+16.4)/3=9.7$
Ac2	$279 / 17 = 16.4$	$(8.3+16.4+17.6)/3=14.1$
Sum	$299 / 17 = 17.6$	$(16.4+17.6+14)/3=16$
Cue	$238 / 17 = 14$	$(17.6+14+12.5)/3=14.7$
Com	$213 / 17 = 12.5$	$(14+12.5+10.6)/3=12.4$
Ene	$181 / 17 = 10.6$	$(12.5+10.6+11.2)/3=11.4$
Cam	$191 / 17 = 11.2$	$(10.6+11.2+11.6)/3=11.1$
Con	$198 / 17 = 11.6$	$(11.2+11.6+12.8)/3=11.9$
Ond	$218 / 17 = 12.8$	$(11.6+12.8+10)/3=11.5$
Pre	$171 / 17 = 10$	10

Tabla 5–39. Promedio de las preguntas del Profesor1 a los estudiantes.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

PREGUNTAS	Preguntas / 14 estudiantes	Promedio de 3 puntos
Mov	$165 / 14 = 11.8$	11.8
Ac1	$161 / 14 = 11.5$	$(11.8+11.5+15.3)/3=12.9$
Ac2	$214 / 14 = 15.3$	$(11.5+15.3+18.4)/3=15.1$
Sum	$258 / 14 = 18.4$	$(15.3+18.4+11.2)/3=15$
Cue	$157 / 14 = 11.2$	$(18.4+11.2+14.7)/3=14.8$
Com	$206 / 14 = 14.7$	$(11.2+14.7+1.7)/3=9.2$
Ene	$147 / 14 = 1.7$	$(14.7+1.7+9.1)/3=8.5$
Cam	$127 / 14 = 9.1$	$(1.7+9.1+16.8)/3=9.2$
Con	$236 / 14 = 16.8$	$(9.1+16.8+13.3)/3=13.1$
Ond	$186 / 14 = 13.3$	$(16.8+13.3+14.6)/3=14.9$
Pre	$204 / 14 = 14.6$	14.6

Tabla 5–40. Promedio de las preguntas del Profesor2 a los estudiantes.

Resultado de la investigación

PREGUNTAS	Preguntas / 8 estudiantes	Promedio de 3 puntos
Mov	$40 / 8 = 5$	5
Ac1	$30 / 8 = 3.7$	$(5+3.7+5.7)/3=4.8$
Ac2	$46 / 8 = 5.7$	$(3.7+5.7+8.4)/3=5.9$
Sum	$67 / 8 = 8.4$	$(5.7+8.4+4.7)/3=6.3$
Cue	$38 / 8 = 4.7$	$(8.4+4.7+12)/3=4.9$
Com	$96 / 8 = 12$	$(4.7+12+3.1)/3=3.1$
Ene	$25 / 8 = 3.1$	$(12+3.1+9.2)/3=4.6$
Cam	$74 / 8 = 9.2$	$(3.1+9.2+8.6)/3=7$
Con	$69 / 8 = 8.6$	$(9.2+8.6+8.1)/3=8.6$
Ond	$65 / 8 = 8.1$	$(8.6+8.1+4.7)/3=7.1$
Pre	$38 / 8 = 4.7$	4.7

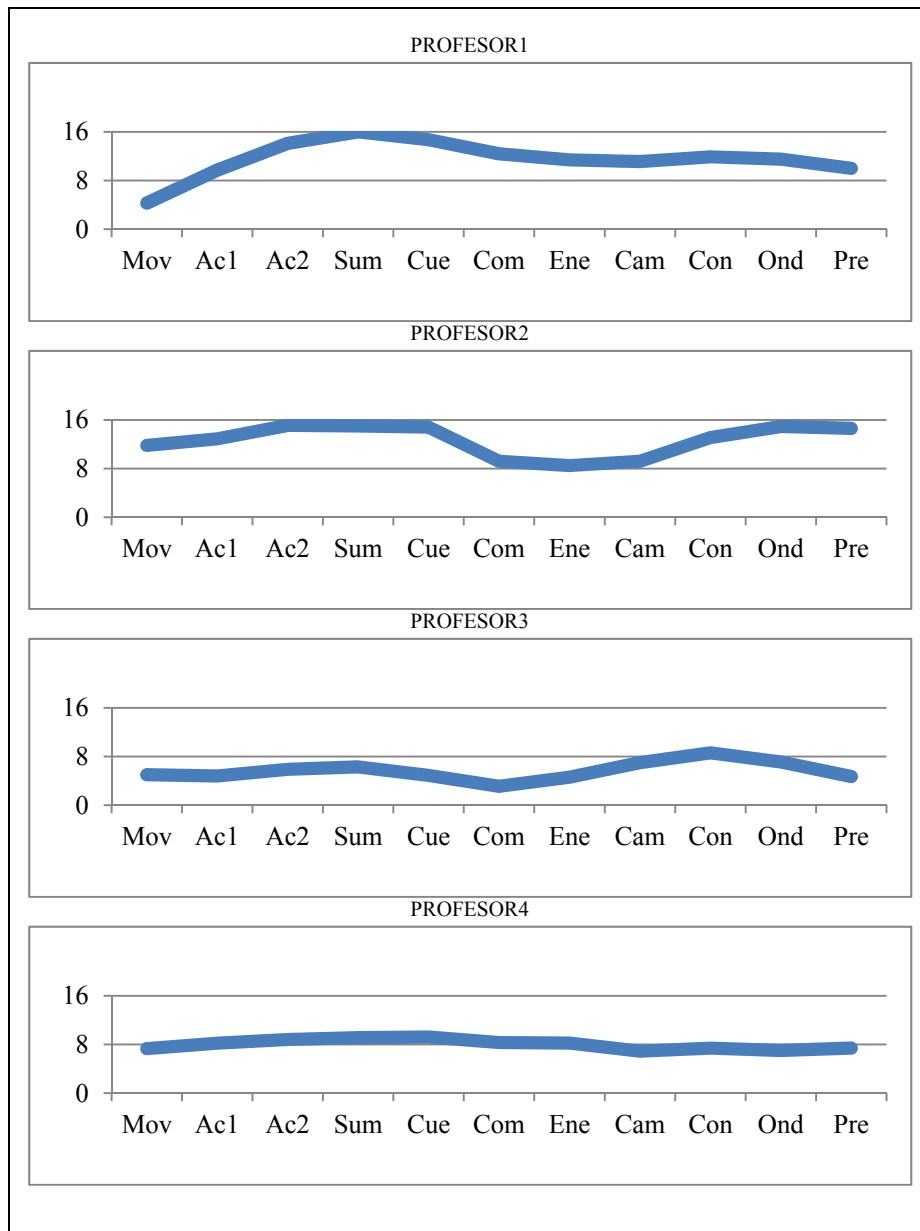
Tabla 5-41. Promedio de las preguntas del Profesor3 a los estudiantes.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

PREGUNTAS	Preguntas / 16 estudiantes	Promedio de 3 puntos
Mov	$117 / 16 = 7.3$	7.3
Ac1	$132 / 16 = 8.2$	$(7.3+8.2+9.2)/3=8.2$
Ac2	$147 / 16 = 9.2$	$(8.2+9.2+9.1)/3=8.8$
Sum	$145 / 16 = 9.1$	$(9.2+9.1+9)/3=9.1$
Cue	$144 / 16 = 9$	$(9.1+9+9.6)/3=9.2$
Com	$154 / 16 = 9.6$	$(9+9.6+6.2)/3=8.3$
Ene	$100 / 16 = 6.2$	$(9.6+6.2+8.7)/3=8.2$
Cam	$140 / 16 = 8.7$	$(6.2+8.7+5.9)/3=6.9$
Con	$94 / 16 = 5.9$	$(8.7+5.9+7.7)/3=7.4$
Ond	$123 / 16 = 7.7$	$(5.9+7.7+7.4)/3=7$
Pre	$118 / 16 = 7.4$	7.4

Tabla 5–42. Promedio de las preguntas del Profesor4 a los estudiantes.

Resultado de la investigación



Gráfica 5-25. Comparación del promedio de las preguntas de los profesores.

En resumen, los cuatro profesores estudiados preguntaron a sus estudiantes en todos los laboratorios del semestre con frecuencias parecidas, pero con evoluciones diferentes, lo cual es normal en personas diferentes, aunque todas deseen llevar a la práctica el mismo modelo de enseñanza.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

3.6. Comparación de los diálogos

Durante las observaciones de la enseñanza de los maestros en cada sesión de los laboratorios de física se anotó cada vez que los maestros dialogaban con sus estudiantes. Los promedios de los diálogos aparecen en las tablas 5–43, 44, 45 y 46 para el Profesor1, el Profesor2, el Profesor3 y el Profesor4 respectivamente y se representa en la gráfica 5–26.

Al principio, los cuatro profesores dialogaron algo con los estudiantes, pero en los sucesivos laboratorios del semestre, los cuatro profesores aumentaron sus diálogos. Un aspecto que podría influir en la diferencia entre el promedio de los diálogos de los diferentes profesores es la edad de los maestros. Los profesores más jóvenes, es decir, el Profesor1 y el Profesor2, hablaron más con los estudiantes que los otros profesores más mayores: el Profesor4 y el Profesor3. Siendo el profesor de mayor edad, el Profesor3, el que presentó los mínimos más extremos de los cuatro profesores. Sin embargo, los perfiles de todos los profesores son muy similares. Todos dialogaron algo en el primer laboratorio del semestre y en el siguiente laboratorio aumentaron el promedio de los diálogos para continuar con este aumento hasta prácticamente la mitad del semestre. A partir de ese momento, los profesores disminuyeron los promedios de sus diálogos con los estudiantes para volver a aumentarlo en los últimos laboratorios.

Resultado de la investigación

DIALOGOS	Diálogos / 17 estudiantes	Promedio de 3 puntos
Mov	$79 / 17 = 4.6$	4.6
Ac1	$142 / 17 = 8.3$	$(4.6+8.3+19.6)/3=10.8$
Ac2	$333 / 17 = 19.6$	$(8.3+19.6+18.6)/3=15.5$
Sum	$316 / 17 = 18.6$	$(19.6+18.6+14.3)/3=17.5$
Cue	$244 / 17 = 14.3$	$(18.6+14.3+12.3)/3=15.1$
Com	$210 / 17 = 12.3$	$(14.3+12.3+11)/3=12.5$
Ene	$187 / 17 = 11$	$(12.3+11+11.3)/3=11.5$
Cam	$193 / 17 = 11.3$	$(11+11.3+11.6)/3=11.3$
Con	$198 / 17 = 11.6$	$(11.3+11.6+15.2)/3=12.7$
Ond	$258 / 17 = 15.2$	$(11.6+15.2+15.1)/3=14$
Pre	$257 / 17 = 15.1$	15.1

Tabla 5-43. Promedio de los diálogos entre el Profesor1 y los estudiantes.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

DIALOGOS	Diálogos / 14 estudiantes	Promedio de 3 puntos
Mov	$172 / 14 = 12.3$	12.3
Ac1	$169 / 14 = 12.1$	$(12.3+12.1+17.3)/3=13.9$
Ac2	$242 / 14 = 17.3$	$(12.1+17.3+18.9)/3=16.1$
Sum	$265 / 14 = 18.9$	$(17.3+18.9+12.9)/3=16.4$
Cue	$181 / 14 = 12.9$	$(18.9+12.9+14.9)/3=15.6$
Com	$209 / 14 = 14.9$	$(12.9+14.9+1.7)/3=9.8$
Ene	$157 / 14 = 11.2$	$(14.9+11.2+10.3)/3=12.1$
Cam	$144 / 14 = 10.3$	$(11.2+10.3+18.5)/3=13.3$
Con	$259 / 14 = 18.5$	$(10.3+18.5+15.4)/3=14.7$
Ond	$216 / 14 = 15.4$	$(18.5+15.4+22.4)/3=18.8$
Pre	$314 / 14 = 22.4$	22.4

Tabla 5-44. Promedio de los diálogos entre el Profesor2 y los estudiantes.

Resultado de la investigación

DIALOGOS	Diálogos / 8 estudiantes	Promedio de 3 puntos
Mov	$40 / 8 = 5$	5
Ac1	$37 / 8 = 4.6$	$(5+4.6+9.1)/3=6.2$
Ac2	$73 / 8 = 9.1$	$(4.6+9.1+7.5)/3=7.1$
Sum	$60 / 8 = 7.5$	$(9.1+7.5+5.7)/3=7.4$
Cue	$46 / 8 = 5.7$	$(7.5+5.7+10.5)/3=4.8$
Com	$84 / 8 = 10.5$	$(5.7+10.5+4.4)/3=3.8$
Ene	$35 / 8 = 4.4$	$(10.5+4.4+9.6)/3=5.1$
Cam	$77 / 8 = 9.6$	$(4.4+9.6+8.6)/3=7.5$
Con	$69 / 8 = 8.6$	$(9.6+8.6+11.4)/3=9.9$
Ond	$91 / 8 = 11.4$	$(8.6+11.4+14.2)/3=11.4$
Pre	$114 / 8 = 14.2$	14.2

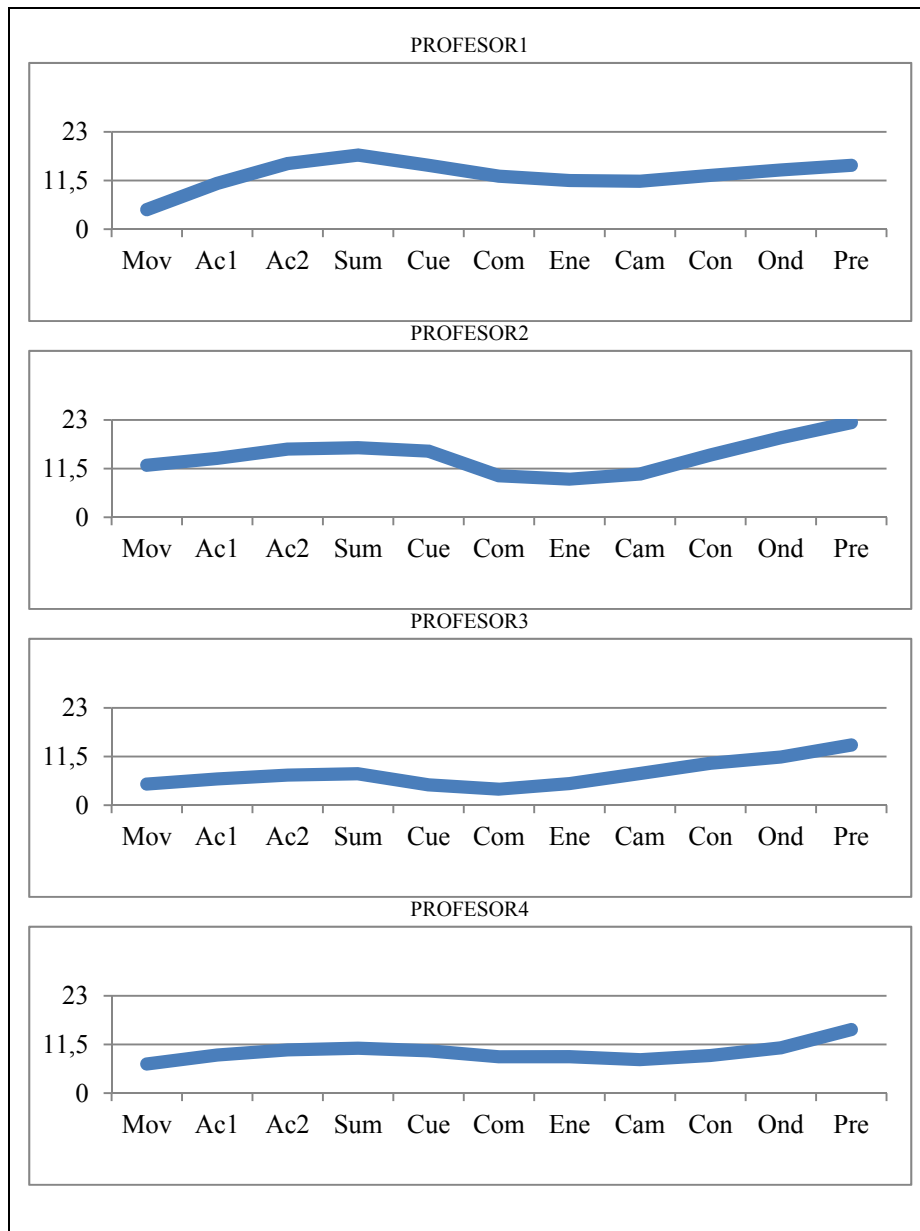
Tabla 5–45. Promedio de los diálogos entre el Profesor3 y los estudiantes.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

DIALOGOS	Diálogos / 16 estudiantes	Promedio de 3 puntos
Mov	$111 / 16 = 6.9$	6.9
Ac1	$138 / 16 = 8.6$	$(6.9+8.6+11.5)/3=9$
Ac2	$184 / 16 = 11.5$	$(8.6+11.5+10.6)/3=10.2$
Sum	$169 / 16 = 10.6$	$(11.5+10.6+9.6)/3=10.6$
Cue	$153 / 16 = 9.6$	$(10.6+9.6+9.7)/3=10$
Com	$155 / 16 = 9.7$	$(9.6+9.7+6.6)/3=8.6$
Ene	$105 / 16 = 6.6$	$(9.7+6.6+9.5)/3=8.6$
Cam	$152 / 16 = 9.5$	$(6.6+9.5+7.6)/3=7.9$
Con	$122 / 16 = 7.6$	$(9.5+7.6+9.6)/3=8.9$
Ond	$153 / 16 = 9.6$	$(7.6+9.6+15)/3=10.7$
Pre	$240 / 16 = 15$	15

Tabla 5–46. Promedio de los diálogos entre el Profesor4 y los estudiantes.

Resultado de la investigación



Gráfica 5-26. Comparación del promedio de los diálogos de los profesores con los estudiantes.

El patrón mostrado pudo deberse a los contenidos de los laboratorios o a la evolución del semestre. Al principio del semestre, los estudiantes y el profesor se van conociendo y los diálogos van aumentando. Al llegar a un máximo de interacción, la situación se

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

relajó y sólo al final, cuando el profesor y los estudiantes ven cerca el final del semestre, entonces aumentaron los diálogos promovidos por el buen ambiente y la amistad que relaciona a los estudiantes con los profesores y viceversa.

El dialogar con los estudiantes es una de las características del modelo de enseñanza trabajado en el capítulo de teoría de esta tesis. De aquí podría deducirse la consonancia de los cuatro casos estudiados con el modelo didáctico visto. Al comparar para cada profesor los perfiles de las preguntas y los diálogos en las gráficas 5–25 y 5–26 respectivamente, se encuentran perfiles similares, quizás porque todos los maestros de esta investigación dialogaron con sus estudiantes después de iniciar la interacción mediante las preguntas. Por tanto, se podría deducir que los maestros usaron las preguntas como estrategia para conocer lo que piensan los estudiantes y aumentar sus diálogos con ellos.

3.7. Comparación de las evoluciones

Los resultados numéricos de la comparación de los profesores en el semestre del otoño y el semestre de primavera se encuentran en las tablas 5–47, 48, 9 y 50. Estas tablas contienen el resultado de calcular la diferencia entre las veces observadas durante los semestres de otoño y primavera promediados por los estudiantes de cada profesor.

PROFESOR1	Diferencia	Promedio de 3 puntos
Mov	$18.3 - 2.7 = 15.6$	15.6
Ac1	$27.3 - 2.1 = 25.2$	$(15.6+25.2+57.3)/3=32.7$
Ac2	$60.9 - 3.6 = 57.3$	$(25.2+57.3+46)/3=42.8$
Sum	$57.5 - 11.5 = 46$	$(57.3+46+39.3)/3=47.5$
Cue	$52.4 - 13.1 = 39.3$	39.3

Tabla 5–47. Promedio de las mejoras del Profesor1.

Resultado de la investigación

PROFESOR2	Diferencia	Promedio de 3 puntos
Mov	$44.9 - 4.3 = 40.6$	40.6
Ac1	$40.9 - 8.6 = 32.3$	$(40.6+32.3+43)/3=38.6$
Ac2	$50.9 - 7.9 = 43$	$(32.3+43+36.2)/3=37.1$
Sum	$59 - 22.8 = 36.2$	$(43+36.2+2.5)/3=27.2$
Cue	$40.2 - 37.7 = 2.5$	2.5

Tabla 5–48. Promedio de las mejoras del Profesor2.

PROFESOR3	Diferencia	Promedio de 3 puntos
Mov	$23.6 - 1.1 = 22.5$	22.5
Ac1	$24.9 - 3.5 = 21.4$	$(22.5+21.4+22.6)/3=22.2$
Ac2	$25.9 - 3.3 = 22.6$	$(21.4+22.6+25.4)/3=23.1$
Sum	$34.4 - 9 = 25.4$	$(22.6+25.4+25.3)/3=24.4$
Cue	$38.5 - 13.2 = 25.3$	25.3

Tabla 5–49. Promedio de las mejoras del Profesor3.

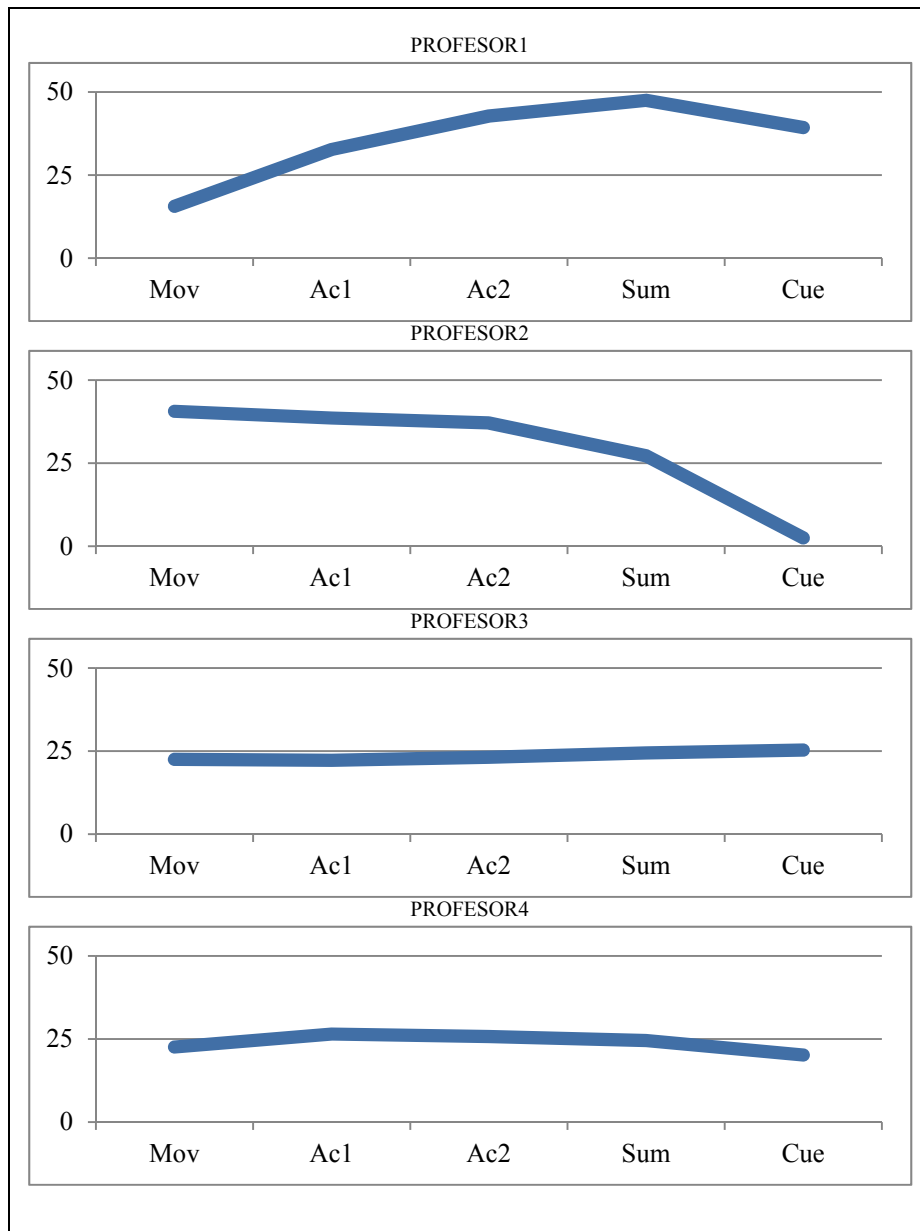
El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
 Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

PROFESOR4	Diferencia	Promedio de 3 puntos
Mov	$25.6 - 3 = 22.6$	22.6
Ac1	$27.6 - 3.9 = 23.7$	$(22.6+23.7+33.1)/3=26.5$
Ac2	$37.5 - 4.4 = 33.1$	$(23.7+33.1+20.3)/3=25.7$
Sum	$33.6 - 13.3 = 20.3$	$(33.1+20.3+20.2)/3=24.5$
Cue	$29.4 - 9.2 = 20.2$	20.2

Tabla 5-50. Promedio de las mejoras del Profesor4.

La representación gráfica de las tablas anteriores aparece en la gráfica 5-27.

Resultado de la investigación



Gráfica 5-27. Comparación del promedio de las mejoras de los profesores.

Se observa que todos los maestros aumentaron el número observado, por tanto, mejoraron en su práctica como maestros, ya que ayudaron más a los estudiantes, crearon un ambiente más amistoso, preguntaron y dialogaron más con los estudiantes, además de utilizar más materiales para la enseñanza.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

El Profesor4 y el Profesor3 mejoraron su práctica como maestros independientemente de los contenidos de los laboratorios. Sin embargo, el Profesor1 y el Profesor2 mostraron desviaciones en sus mejoras, según diferentes laboratorios. Por ejemplo, el Profesor2 mejoró significativamente en los primeros laboratorios del semestre de primavera en comparación con los mismos laboratorios del semestre de otoño, pero al acercarse a la mitad de ambos semestres, las diferencias entre su práctica en el otoño y la primavera fueron menos apreciables. Tal vez, el Profesor2 era más consciente del modelo de enseñanza a seguir al comienzo del semestre o perdió el ímpetu por mejorar al avanzar el semestre. Por otra parte, el Profesor1 fue avanzando en su mejora a lo largo del semestre, aunque dicha mejora se estanca en el laboratorio de los cuerpos, lo cual puede no resultar muy significativo.

CONCLUSIONES

Los estudiantes son el objetivo prioritario del buen profesor. Colabora con ellos partiendo de sus ideas previas e intereses para que mejoren su conocimiento, fomentando la responsabilidad de los estudiantes. Los cuatro profesores de esta investigación tuvieron como objetivo prioritario el avance de los conocimientos de los estudiantes por ellos mismos. Todos los profesores actuaron colaborando con los estudiantes en la construcción de sus conocimientos. Los profesores mostraron su idea de que los estudiantes son los que deben mejorar sus conocimientos en lugar de únicamente recibirlos directamente y que los maestros deben guiar indirectamente a los estudiantes, quienes lograrán responder a sus propias preguntas.

Los profesores comentaron durante la entrevista que proporcionaron ayuda a los estudiantes para resolver los problemas que manifestaron, a unos más que a otros, dependiendo de las necesidades de los estudiantes. En las observaciones se encontró que todos los profesores ayudaron a los estudiantes en sus dudas.

Lo anterior indica que los profesores consideraron el ayudar a los estudiantes como una de las perspectivas de su práctica como profesores.

El buen profesor reflexiona con el propósito de mejorar su propia formación conceptualmente, procedimentalmente y actitudinalmente. Sin embargo, ninguno de los profesores estudiados comentó nada sobre su formación. Esto puede deberse a su falta de formación pedagógica, porque hasta llegar a la NMSU no se habían planteado la práctica como profesor, o por su falta de interés en el desarrollo profesional del profesor. Se debe recordar que los cuatro profesores también eran estudiantes de doctorado en la Facultad de Física y es posible que consideraran la formación en un segundo plano en comparación con sus propios estudios de física. Aun así se concluye de las entrevistas y de las observaciones que el objetivo de los profesores era que los estudiantes alcanzaran los conocimientos esperados.

Conclusiones

Otra categoría del buen profesor es la centrada en la valoración que los maestros realizaban de los estudiantes. Al empezar el curso, los profesores investigativos negocian con los estudiantes la forma de evaluación y utilizan más de una herramienta de evaluación. Los cuatro profesores, que han sido objeto de estudio en esta tesis, propusieron a los estudiantes ser evaluados con las tareas y un examen oral al comenzar los semestres. Ninguno de los estudiantes se opuso a ser evaluado de esta forma y con estas herramientas de evaluación, según se observó. Los profesores ofrecieron a los estudiantes la posibilidad de ser evaluados de una manera alternativa al examen único, la cual les pareció adecuada. Esta forma de actuar es típica del modelo del buen profesor.

El buen profesor reflexiona sobre los estudiantes, conoce los conocimientos que han trabajado y valora sus esfuerzos por mejorar. Los profesores de este estudio consideraron positivamente los esfuerzos de los estudiantes que tenían menos bases de física y que por tanto, les era más difícil captar los conceptos de los laboratorios. No todos los estudiantes estaban igualmente interesados en adquirir los contenidos de los laboratorios, según comentaron los profesores, demostrando que estuvieron atentos a los intereses de los estudiantes o falta de ellos.

Los profesores estudiados también reflexionaron sobre las bases de sus estudiantes y sus posibles debilidades, además de reflexionar sobre las características positivas de los estudiantes.

La evidente comunicación entre el profesor y los estudiantes se genera en un ambiente pacífico y libre sin llegar a ser molesto. Los cuatro profesores quisieron crear un ambiente de amistad y libertad para que los estudiantes pudieran mejorar los conocimientos sin presiones. Los estudiantes podían dialogar entre ellos con libertad, lo cual favorecía la amistad para poder elaborar los conocimientos de forma agradable.

Para poder ayudar a los estudiantes eficientemente era importante forjar una relación de amistad y cercanía con los estudiantes, según manifestaron los maestros en las entrevistas.

Los profesores estaban pendientes del estado de ánimo de los estudiantes para mantenerlos con buen ánimo. Incluso mostraban sentimientos de alegría que propagaron al ambiente y de esta forma

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

abrieron la posibilidad a sus estudiantes de relajarse y que no se sintieran obligados a contener sus sonrisas. De hecho, se observó que en todos los laboratorios los estudiantes sonrieron frecuentemente. Los profesores pretendían hacer el aprendizaje agradable para que los estudiantes pudiesen aumentar los conceptos de los laboratorios de forma amena en vez de forma pesada u obligada.

El buen profesor favorece un ambiente donde los estudiantes puedan moverse en el aula, siempre que respeten las normas acordadas.

También, los estudiantes pueden hablar libremente siempre que el nivel de voz no sea excesivo. Los estudiantes pudieron salir y entrar del laboratorio libremente. Los maestros intentaron mantener los factores opresivos fuera de los laboratorios, porque no les gustaba el ambiente estricto.

Aunque era importante que hubiese un respeto mutuo como base de un buen aprendizaje. Sin embargo no se observó, ni los profesores comentaron, que negociaran las normas de comportamiento en los laboratorios. Esto no es de extrañar por tratarse de estudiantes universitarios que saben cómo deben comportarse y que en principio no necesitan de las normas que otros estudiantes de menor edad necesitan.

Todos los profesores usaron la diversidad de materiales del laboratorio sin imponer a los estudiantes la utilización de un único material concreto, como podría ser un libro de texto. Esto coincide con el perfil del modelo didáctico del buen profesor. Los cuatro profesores fueron coherentes en su forma de pensar y actuar, según manifestaron durante las entrevistas y se contrastó con las observaciones. Sin embargo, los profesores no negociaron con los estudiantes los posibles materiales, simplemente emplearon los que se encontraban en el aula del laboratorio. Esto no es consistente con el modelo del buen profesor. Concluyendo, los profesores usaron los materiales del laboratorio, el cual disponía de cuantos materiales se necesitaban para construir los contenidos trabajados.

Todos los profesores utilizaron frecuentemente la pizarra y el papel, mientras que otros materiales como las gráficas y los ordenadores fueron usados de forma esporádica. Esta aleatoriedad en el uso de los materiales fue explicada por los propios profesores.

Conclusiones

Cuando los estudiantes presentaban más problemas de comprensión con los conceptos físicos, se emplearon más materiales. Dependiendo de la dificultad de los contenidos, los profesores escogían unos materiales u otros. Esto implica la versatilidad de los profesores ante los materiales disponibles.

Una de las estrategias utilizadas por el buen profesor consiste en preguntar a los estudiantes. Existen varios tipos de preguntas, según las diferentes situaciones ante las que se encuentran los estudiantes, como se descubrió en el capítulo primero, sobre la categoría de las preguntas. El modelo del buen profesor pregunta a los estudiantes para comprobar la comprensión y la confirmación, además de para aclarar los conceptos. Los maestros indicaron que preguntaron durante la introducción de cada uno de los laboratorios para asentar los conocimientos de los estudiantes sobre los contenidos propuestos en los diferentes laboratorios y para situar a los estudiantes ante los conceptos físicos experimentados en cada laboratorio. También preguntaron a los estudiantes cada vez que los veían atascados a causa de los problemas o para asegurarse de que estaban entendiendo los conceptos.

Los profesores también preguntaron para conocer lo que estaba sucediendo, para identificar cuando los estudiantes estaban confusos con el fin de aclararles los conceptos trabajados en los laboratorios. Además, los profesores utilizaron las preguntas para confirmar si los estudiantes estaban entendiendo los conceptos. Por tanto, los profesores indicaron en las entrevistas que preguntaban a los estudiantes para comprobar la comprensión, para confirmar el aprendizaje y para aclarar conceptos. Todas estas son la clase de preguntas del modelo del buen profesor, como se comentó anteriormente. Sin embargo, en las observaciones no se pudieron comprobar estas afirmaciones, porque las clases de preguntas que realizaron los profesores en los laboratorios se desconocen, ya que no se pudieron grabar las observaciones.

Si se observó que no siempre los estudiantes respondieron con monosílabos como sucedería con las preguntas sobre si han entendido o no algo que el profesor les haya comentado.

Las preguntas estuvieron diseñadas para colaborar con los estudiantes en la elaboración de los conocimientos. Por esta razón, los profesores esperaban la respuesta del estudiante y modificaban las

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

preguntas antes de dar la respuesta. Con esta flexibilidad en las preguntas, los profesores ayudaban a los estudiantes a construir sus conocimientos.

En la misma línea argumental, los profesores comentaron que ayudaron a los estudiantes a mejorar sus conocimientos mediante “pistas” incluidas en las preguntas. Los profesores prefirieron que los estudiantes encontrasen las respuestas a sus propias preguntas y para ello no les respondieron directamente, sino que les respondieron a su vez con otra pregunta, que indirectamente les ayudaba en su aprendizaje.

Las preguntas de los profesores promovieron los diálogos entre los profesores y los estudiantes, según los resultados del análisis de la categoría de los diálogos. Todos los profesores fueron conscientes de dialogar con sus estudiantes en los laboratorios. Todos los maestros comentaron que los diálogos trataron generalmente sobre el contenido o algo relacionado con la física.

Los profesores utilizaron la estrategia de dialogar con los estudiantes cuando presentaban problemas con los contenidos conceptuales o procedimentales trabajados en los laboratorios. Así, los maestros utilizaron los diálogos para aclarar conceptos físicos o leyes físicas. Además, los profesores adaptaron su enseñanza a las necesidades de los estudiantes, porque dialogaban más con los estudiantes que no tenían las bases necesarias para adquirir los contenidos de los laboratorios.

Para asegurarse de que el perfil que pusieron en práctica los profesores estudiados coincide con el del modelo del buen profesor sería conveniente analizar los diálogos, pero como no se cuenta con esta información, únicamente se puede concluir que parece ser que los profesores siguen el modelo del buen profesor en cuanto a la frecuencia con la cual dialogaron con sus estudiantes libremente en todos los laboratorios.

El buen profesor también dialoga con los estudiantes de forma natural y con libertad, reflexionando sobre los estudiantes. Los profesores también reflexionaron sobre sus estudiantes, ya que adaptaron sus diálogos a las necesidades de los estudiantes. Por tanto, parece ser que los profesores de esta tesis actuaban como buenos profesores.

Conclusiones

Por último, la categoría que falta por comprobar es la relacionada con las mejoras del profesor. El buen profesor se autoanaliza y reflexiona con la intención de mejorar sus conocimientos y su práctica en la enseñanza. Un profesor flexible puede cambiar con más facilidad que un maestro inflexible. Los resultados del análisis de la categoría de la evolución muestran los cambios de todos los profesores al comparar los primeros cinco laboratorios de los semestres del otoño y la primavera.

Todos los profesores aumentaron el número de veces que ayudaron a los estudiantes, preguntaron, dialogaron, crearon buen ambiente y usaron el material según las observaciones, por tanto, mejoraron su práctica por aumentar las categorías del buen maestro. Aun así, algunos profesores admitieron que deberían perfeccionar su modelo didáctico, porque reconocieron que su calidad pedagógica estaba por debajo del nivel óptimo. Este es el primer paso para lograr un cambio en cualquier maestro. Este tipo de autoanálisis es típico del modelo del buen profesor.

El único de los cuatro profesores que fue consciente de su cambio fue Profesor3. En varias ocasiones, a lo largo de la entrevista, declaró su mejora en las estrategias usadas durante los laboratorios. Es posible que Profesor3 fuera el único maestro que cambiase de modelo didáctico. El Profesor3 reconoció haber aprendido nuevas estrategias de enseñanza, las cuales tuvo que reflexionar y desarrollar para lograr con facilidad y rapidez que los estudiantes alcanzasen los conocimientos trabajados en los laboratorios de física. El Profesor3 tuvo que mejorar su forma de enseñar, porque la didáctica en las universidades americanas era diferente a la didáctica que había conocido y había practicado en su país de origen, Nepal. Por esto, Profesor3 modificó su estilo de enseñanza, ya que todas las mejoras de su práctica como maestro funcionaron satisfactoriamente. Por tanto, parece que Profesor3 estuvo satisfecho con sus cambios.

En resumen, los cuatro profesores contemplaron el objetivo de ayudar a los estudiantes, dialogaron con los estudiantes, negociaron la evaluación con los estudiantes, usaron materiales y en general mejoraron su práctica didáctica del semestre de otoño al de primavera, acercándose más al perfil del buen profesor. Concluyendo, parece que los cuatro profesores siguieron el perfil del buen profesor en las

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

categorías analizadas, según lo que manifestaron en las entrevistas, los cuestionarios y lo que se observó en los laboratorios.

Cinco son los problemas que se intentaron resolver para responder a las dos perspectivas de la tesis. Primero: ¿Los profesores de la NMSU conocen al buen profesor? Según las respuestas de los profesores en las entrevistas y los cuestionarios tienen una cierta idea de lo que significa ser un buen profesor, pero no han estudiado el tema.

El segundo problema se planteaba con la pregunta siguiente: ¿Estos profesores enseñan de acuerdo a las cualidades vistas en las prácticas de los laboratorios de física? La aproximación de la forma de enseñar de los cuatro profesores investigados se ha tratado en los apartados anteriores. Siguen las categorías del buen profesor en la medida de sus posibilidades, pero tienen a ello con todas sus fuerzas.

¿Los profesores modifican su forma de enseñar a lo largo del semestre? Se observa una evolución positiva en todas las categorías dentro del semestre de primavera y el principio del semestre de primavera con respecto al semestre de otoño.

¿Qué semejanzas y diferencias existen entre los diferentes profesores estudiados? Según los resultados del análisis de comparación, los cuatro profesores son similares en las categorías analizadas, aunque procedan de países diferentes, tengan experiencias distintas y hayan empezado a enseñar los laboratorios de física de la NMSU de formas diferentes.

Falta el quinto problema: ¿cuáles son los resultados de las calificaciones y las opiniones de los estudiantes que enseñan los diferentes profesores? La mayoría de los estudiantes obtuvieron calificaciones finales de nueve siendo el diez la máxima, por tanto, en principio se supone que lograron alcanzar los conocimientos esperados de la asignatura de los laboratorios de física. Aunque, Porlán (2008) manifiesta que si un estudiante recibe un diez en un examen no indica el alcance completo del contenido esperado. Los profesores investigados en esta tesis consiguen evitar la injusticia, que comenta Porlán, al evaluar a sus estudiantes con más de una herramienta: las tareas entregadas y el examen final e incluso valorar positivamente los esfuerzos realizados por los estudiantes. La efectividad del modelo didáctico puede comprobarse en los resultados

Conclusiones

de los estudiantes, por esto son tan importantes. Si los estudiantes no logran alcanzar los contenidos tratados por el profesor, el desarrollo profesional del profesor resulta deficiente.

Casi todos los estudiantes analizados en esta tesis recomendarían a sus profesores del laboratorio a otros estudiantes, de lo que se deduce que estaban satisfechos con el modelo didáctico mostrado por sus profesores. Esta conclusión también la obtuvieron Schroeder, Scott, Tolson, Huang y Lee (2007), quienes compararon la influencia de la formación de los grupos de estudiantes con la formación individual, propia de los métodos tradicionales y encontraron que el alcance de los estudiantes progresó positivamente.

Los resultados de esta investigación pueden añadirse a los de Park & Oliver (2008), quienes encontraron que los profesores en la profesión aprenden más sobre su enseñanza y llegan a ser más conscientes de sus teorías y prácticas para desarrollar diálogos y construir su conocimiento del desarrollo profesional, logrando fomentar en el futuro el desarrollo profesional de los profesores.

Se sugieren futuras investigaciones con instrumentos que aporten todas las características del buen profesor. Skype es un medio informático que permite a los investigadores entrevistar a los profesores y estudiantes a través de videoconferencias por Internet, sin tener que estar en la misma ciudad. La comunicación es cada vez más posible por Internet y las redes sociales. (DeBoer, 2011).

Otra sugerencia es comprobar el modelo del buen profesor en otras entidades educativas como por ejemplo: universidades, institutos y colegios. Ampliar estos estudios a los colegios mejoraría las colaboraciones entre profesores y ayudaría a que todos los profesores conociesen las investigaciones didácticas con sus beneficios y prejuicios. Por ejemplo, ya existen colaboraciones entre las universidades y los colegios, como la mostrada por Bartholomew & Sandholtz (2009). Sin embargo, más estudios son necesarios para descubrir aspectos de la eficacia del maestro (Liaw, 2009).

El tipo de estudios de casos analizados en esta tesis pretende también conocer la eficacia del modelo didáctico mostrado por cuatro profesores de ciencia. Un convenio de colaboración entre universidades podrá ayudar a desarrollar futuros proyectos de

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

investigación conjuntos y a incentivar el intercambio de ideas y estrategias pedagógicas.

Para mejorar la enseñanza de las ciencias deberían aumentar las investigaciones del cambio de los profesores (Abell & Pizzini, 1992; Mellado, 2003). Para Leavy et al. (2007) una de las finalidades principales de los programas de educación para los profesores es facilitar a los profesores en formación, un desarrollo del conocimiento profesional. Los resultados de esta investigación les servirían a los programas de educación para lograr sus perspectivas, al menos con respecto al desarrollo profesional del conocimiento de los profesores y su práctica.

Todos estamos implicados en la educación, aunque no en el mismo grado. De acuerdo con Sancho (2010), los estudiantes, los profesores, las escuelas, las familias, las consejerías, el ministerio y los medios de comunicación son responsables en mayor o menor medida de la educación. Al tomar conciencia de esta responsabilidad, he trabajado durante varios años por la mejora de la educación y espero que la investigación de la presente tesis ayude a dicho avance.

En resumen, pretendo conocer para mejorar la enseñanza de la física en particular. Aplicando esta mejora a los profesores de otras materias se mejorarían los programas educativos. De esta forma, el esfuerzo de la tesis cobra sentido, por orientarse a pretender conocer para mejorar la enseñanza. Se trata de un esfuerzo relacionado con la necesidad de cambiar la enseñanza actual de la física, problema identificado por las organizaciones educativas, según se desarrolló en el primer capítulo.

BIBLIOGRAFÍA

AAAS (American Association for the Advancement of Science) (1993). *Benchmarks for science literacy. Project 2061*. New York: Oxford University Press.

Abell, S. K.; Anderson, G. & Chezem, J. (2000). *Science as argument and explanation: exploring concepts sound in third grade*. En Minstrell, J. & Van Zee, E. H. (Eds.), *Inquiry into inquiry learning and teaching science*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.

Abell, S. K. & Bryan, L. A. (1998). Investigating preservice elementary science Teacher reflective thinking using integrated media case – based instruction in elementary science teacher preparation. *Science Education*, 82 (4), pp. 491 – 509.

Abell, S. K. & Pizzini, E. L. (1992). The effect of a problem solving in–service program on the classroom behaviors and attitudes of middle school science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (7), pp. 649 – 667.

Abernathy, T. V. & Vineyard, R. N. (2001). Academic competitions in science: What are the rewards for students? *The Clearing House*, 74 (5), pp. 269 – 276.

Aikenhead, G. (2005). *Science for everyday life: Evidence – based practice*. New York: Teachers College Press.

AITSL (Australian Institute for Teaching and School Leadership) (2011). *National professional standards for teachers*. Melbourne, VIC: AITSL.

Albert, E. (1978). Development of the concept of heat in children. *Science Education*, 62, pp. 389 – 399.

Albrecht, N. M. R. (2003). *University faculty collaboration and its impact on professional development*. Ed. D. dissertation, Kansas State University. Dissertation Abstracts International, A64/05, 1546.

Bibliografía

Allan, K. K. & Miller, M. S. (1990). *Teacher – research collaboratives: Cooperative professional development*. Theory into Practice, 29, pp. 196 – 202.

Alurralde, E.; Javi, V.; Martínez, C.; Montero, M. T.; Barcena, H.; Galarza, R. & Bixquert, O. (1995). Aprendizaje de física básica. *Memorias REF IX*. Argentina: Salta.

Anderson, C. W. (1992). Strategic teaching in science. *Relevant Research*, 2, pp. 221 – 236.

Anderson, L. M.; Smith, D. C. & Peasley, K. (2000). Integrating learner and learning concerns: Prospective elementary science teachers' paths and progress. *Teaching and Teacher Education*, 16 (5), pp. 547 – 574.

Andres, M. M. (2000). El interés hacia la física: un estudio con participantes de la olimpiada venezolana de física. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), pp. 311 – 318.

Andriessen, J.; Erkens, G.; Van de Laak, C.; Peters, N. & Coirier, P. (2003). *Argumentation as negotiation in electronic collaborative writing*. En Andriessen, J.; Baker, M. & Suthers, D. (Eds.), *Arguing Confronting cognitions in computer – supported collaborative learning environments*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Appleton, K. (2006). *Elementary science teacher education: International perspectives on contemporary issues and practice*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Arksey, H. & Knight, P. (1999). *Interviewing for social scientists*. London, Thousand Oaks, New Delhi: Sage Publications.

Armour – Thomas, E.; Clay, C.; Domanico, R.; Bruno, K. & Allen, B. (1989). *An outlier study of elementary and middle schools in New York City: Final report*. New York: New York City Board of Education.

Arendt, H. (2003) *Entre el pasado y el futuro. Ocho ejercicios de reflexión política*. Península. Barcelona.

Artigas, M. (1992). *Ciencia, Razón y Fe*. Avila: Libros mc.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Astolfi, J. & Perterfalvi, B. (1993). Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales. *Aster*, 16, pp. 103 – 141.

Baena, M. D. (2000). Pensamiento y acción en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), pp. 217 – 226.

Baker, M. J. (1999). *Argumentation and constructive interactions*. En Coirer, P. & Andriessen, J. (Eds.), *Foundations of argumentative text processing*. Amsterdam: University of Amsterdam Press.

Bakkenes, I.; Hoekstra, A.; Meirink, J. & Zwart, R. (2004). *Leren van docenten in de beroepspraktijk (Teacher learning at the workplace)*. Artículo presentado en The Annual Meeting of the Dutch Educational Research Association (VOR), Utrecht, The Netherlands.

Balach, C. A. & Szymanski, G. J. (2003). *The growth of a professional learning community through collaborative action research* (ERIC Document Reproduction ED 477527).

Ballenilla, F. (1992). El cambio de modelo didáctico, un proceso complejo. *Investigación en la Escuela*, 18, pp. 43 – 54.

Ballenilla, F. (2003). *El prácticum en la formación inicial del profesorado de ciencias de enseñanza secundaria. Estudio de caso*. Tesis doctoral inédita, dirigida por el Dr. Rafael Porlán Ariza. Universidad de Sevilla, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.

Bandiera, M.; Dupre, F.; Ianniello, M. G. & Vicentini, M. (1995). Una investigación sobre habilidades para el aprendizaje científico. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (1), pp. 46 – 54.

Bandura, A. (1977). *Self – efficacy: Toward a unifying theory of behavioral changes*. *Psychological Review*, 84 (2), pp. 191 – 215.

Bandura, A. (1981). *Self-referent thought: A developmental analysis of self-efficacy*. En Flavell, J. H. & Ross, L. (Eds.), *Social cognitive development: Frontiers and possible futures*. New York: Cambridge University Press

Banilower, E.; Heck, D. & Weiss, I. (2007). Can professional development make the vision of the standards a reality? The impact of the National Science Foundation's Local Systemic Change Through

Bibliografía

Teacher Enhancement Initiative. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (3), pp. 375 – 395.

Bardin, L. (1986). *El análisis de contenido*. Madrid: Akal.

Bartholomew, S. S. & Sandholtz, J. H. (2009). Competing views of teaching in a school–university partnership. *Teaching and Teacher Education*, 25, pp. 155 – 165.

Bates, G. (1987). *The role of the laboratory in secondary school science programs*. En *What Research Says to the Science Teacher*, editado por Rowe, M. Washington, DC: NSTA Publications.

Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: professionelle kompetenz von Lehrkräften. [Teachers' professional competence]. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9, pp. 469 – 520.

Baviskar, S. N.; Hartle, R. T. & Whitney, T. (2009). Essential criteria to characterize constructivist teaching: derived from a review of the literature and applied to five constructivist – teaching method articles'. *International Journal of Science Education*, 31 (4), pp. 541 – 550.

Bell, P. & Linn, M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from with KIE. *International Journal of Science Education*, 22 (8), pp. 797 – 818.

Benedicto XVI (2009a). Viaje apostólico del Santo Padre Benedicto XVI a la República Checa (26-28 de septiembre de 2009). Encuentro con el mundo académico. *Discurso a los representantes del mundo universitario reunidos en el Castillo de Praga (República Checa)*, el 27 de septiembre de 2009. Último acceso el 8 de noviembre de 2013, de la Web Vaticana: http://www.vatican.va/holy_father/benedict_xvi/speeches/2009/september/documents/hf_ben-xvi_spe_20090927_mondo-accademico_sp.html

Benedicto XVI (2009b). *Carta encíclica Caritas in Veritate del sumo pontífice Benedicto XVI a los obispos a los presbíteros y diáconos a las personas consagradas a todos los fieles laicos y a todos los hombres de buena voluntad sobre el desarrollo humano integral en la caridad y en la verdad*. Último acceso el 8 de noviembre de 2013, de la Web Vaticana:

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

http://www.vatican.va/holy_father/benedict_xvi/encyclicals/documents/hf_ben-xvi_enc_20090629_caritas-in-veritate_sp.html

Benedicto XVI. (2011). Viaje apostólico a Madrid con ocasión de la XXVI Jornada Mundial de la Juventud 18-21 de agosto de 2011. Encuentro con los jóvenes profesores universitarios. *Discurso del Santo Padre Benedicto XVI. Basílica de San Lorenzo de El Escorial. Viernes 19 de agosto de 2011*. Último acceso el 8 de noviembre de 2013, de la Web Vaticana: http://www.vatican.va/holy_father/benedict_xvi/speeches/2011/august/documents/hf_ben-xvi_spe_20110819_docenti-el-escorial_sp.html

Ben-Peretz, M. (1990). *The teacher–curriculum encounter: Freeing teachers from the tyranny of texts*. Albany: State University of New York Press.

Bericat, E. (1998). *La integración de los métodos cuantitativo y cualitativo en la investigación social*. Significado y medida. Barcelona: Ariel Sociología.

Berland, L. K. & Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93, pp. 26 – 55.

Berlyne, D. E. (1965). *Curiosity and education*. En Learning and the educational process, Krumboltz, J. D. (Ed.). Chicago: Rand McNally.

Bernardino, J. (2002). Desarrollar conceptos de física a través del trabajo experimental: Evaluación de auxiliares didácticos. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (1), pp. 115 – 132.

Bielaczyc, K. & Blake, P. (2006). *Shifting epistemologies: Examining student understanding of new models of knowledge and learning*. En Barab, S. A.; Hay, K. E. & Hickey, D. T. (editores), 7th Annual International Conference of the Learning Sciences. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Blanchard, M. R.; Southerland, S. A. & Granger, E. M. (2009). No silver bullet for inquiry: Making sense of teacher change following an inquiry – based research experience for teachers. *Science Teacher Education*, 93 (2), pp. 322 – 360.

Bogdan, R. C. & Biklen, S. K. (1992). *Qualitative research for education: an introduction to theory and methods*. (Segunda edición). Needham Heights, MA: Allyn y Bacon.

Bibliografia

Bonera, G.; Borghil, L.; Deambrosis, A. & Mascheretti, P. (1995). *The physics laboratory—yesterday, to day and ...* En Thinking physics for teaching (Bernardini, C.; Tarsitani, C. & Vicentini, M.). New York: Plenum Press.

Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: Mapping the terrain. *Educational Researcher*, 33 (8), pp. 3 – 15.

Borko, H.; Davinroy, K. H.; Bliem, C. L. & Cumbo, K. B. (2000). Exploring and supporting teacher change: Two tirad–grade teachers’ experiences in a mathematics and literacy staff development project. *The Elementary School Journal*, 100 (4), pp. 273 – 306.

Bourke, T., Ryan, M. & Lidstone, J. (2012). Reclaiming professionalism for geography education: Defending our own territory. *Teaching and Teacher Education*, 28 (7), p. 990 – 998.

Braaten, M. & Windschitl, M. (2011). Working toward a stronger conceptualization of scientific explanation for science education. *Science Education*, 95 (4), pp. 639 – 669.

Bronkhorst, L. H.; Meijer, P. C.; Koster, B. & Vermunt, J. D. (2011). Fostering meaning – oriented learning and deliberate practice in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 27 (7), pp. 1120 – 1130.

Brooks, J. G. & Brooks, M. G. (1999). *In search of understanding: The case for constructivist classrooms*. Alexandria, Virginia USA: ASCD (Association for Supervision and Curriculum Development).

Brown, A. L. (1987). *Metacognition, executive control, self – regulation, and other more mysterious mechanisms*. En Weinert, F. E. & Kluwe, R. H. (Eds.), *Metacognition, motivation, and understanding*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Brown, D. E. & Clement, J. (1989). Overcoming misconceptions via analogical reasoning: Abstract transfer versus explanatory model construction. *Instructional Science*, 18, pp. 237 – 261.

Brown, M. (2009). *The teacher–tool relationship: Theorizing the design and use of curriculum materials*. En Remillard, J. T.; Herbel–Eisenman, B. & Lloyd, G. (Eds.), *Mathematics teachers at*

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

work: Connecting curriculum materials and classroom instruction.
New York: Routledge.

Brown, W. (2000). *Reporting NAEP by achievement levels: An analysis of policy and external reviews*. En Bourque, M. L. & Byrd, S. (Eds.), *Student performance standards on the national assessment of educational progress: Affirmations and improvements*. Washington, DC: National Assessment Governing Board.

Bryan, L. & Abell, S. (1999). Development of professional knowledge in learning to teach elementary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (2), pp. 121 – 139.

Bullough, R. (1992). Beginning teacher curriculum decision making, personal teaching metaphors, and teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 8 (3), pp. 239 – 252.

Bulte, A. M. W.; Westbroek, H. B.; de Jong, O. & Pilot, A. (2006). A research approach to designing chemistry education using authentic practices as contexts. *International Journal of Science Education*, 28 (10), pp. 1063 – 1086.

Burbank, M. D. & Kauchak, D. (2001). Action research teaming: An examination of multiple teaming confirmation. *Professional Educator*, 24 (1), pp. 11 – 23.

Burn, K. (2007). Professional knowledge and identity in a contested discipline: Challenges for student teachers and teacher educators. *Oxford Review of Education*, 33 (4), pp. 445 – 467.

Butler, D. L.; Novak Lauscher, H.; Jarvis–Selinger, S. & Beckingham, B. (2004). Collaboration and self–regulation in teachers' professional development. *Teaching and Teacher Education*, 20, pp. 435 – 455.

Bybee, R. W. & Fuchs, B. (2006). Preparing the 21st century workforce: A new reform in science and technology education. *Journal of Research in Science Teaching*, 43 (4), pp. 349 – 352.

Calderhead, J. (1997). La investigación educativa en Europa en los últimos diez años. *Revista de Educación*, 312, pp. 9 – 20.

Capobianco, B. & Joyal, H. (2008). Action research meets engineering design: Practical strategies for incorporating professional

Bibliografía

development experiences in the classroom. *Science and Children*, 45 (8), pp. 22 – 26.

Carey, S. (1987). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: MIT Press.

Carey, S. & Smith, C. L. (1993). On understanding the nature of scientific knowledge. *Educational Psychologist*, 28 (3), pp. 235 – 251.

Carlsen, W. S. (1991). Questioning in classrooms: A sociolinguistic perspective. *Review of Educational Research*, 61, pp. 157 – 178.

Carpenter, T.; Fennema, E. & Franke, M. (1996). Cognitively guided instruction: A knowledge base for reform in primary mathematics instruction. *The Elementary School Journal*, 97 (1), pp. 3 – 20.

Carretero, M. & Limón, M. (1996). *Problemas actuales del constructivismo. De la teoría a la práctica*. En Rodrigo, M. J. & Arny (Editores). La construcción del conocimiento escolar. Ecos de un debate. Buenos Aires: Auque.

Carter, K. (1990). *Teachers' knowledge and learning to teach*. En Handbook of research on teacher education (Houston, W. R.; Haberman, M. & Sikula, J.). New York: Macmillan.

Center for Participatory Action Research (2008). *Pepperdine University*.

<http://cadres.pepperdine.edu/ccar/>. 05.06.08.

Chamoso, J. M. & Caceres, M. J. (2009). Analysis of the reflections of student–teachers of mathematics when working with learning portfolios in Spanish university classrooms. *Teaching and Teacher Education*, 25, pp. 198 – 206.

Chi, M. T. H.; Glaser, R. & Farr, M. J. (1988). *The nature of expertise*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Chiu, M. H. & Duit, R. (2011). Globalization: Science education from an International perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 48 (6), pp. 553 – 566.

Choi, K.; Lee, H.; Shin, N.; Kim, S. W. & Krajcik, J. (2011). Re–Conceptualization of scientific literacy in South Korea for the 21st

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

century. *Journal of Research in Science Teaching*, 48 (6), pp. 670 – 697.

Chrobak, R. (1996). Un modelo científico de instrucción para enseñanza de física basado en una teoría comprensible del aprendizaje humano y en experiencias de clase. III. *Escuela Latinoamericana sobre Investigación en Enseñanza de la Física (III ELAIEF)*, del 1 al 12 de julio. Canela. Brasil.

Clark, R. (1988). *School–university relationships: An interpretive review*. En Sirotnik, K. & Goodlad, J. (Eds.), *School–university partnerships in action: Concepts, cases, and concerns*. New York: Teachers College Press.

Clark, D. & Sampson, V. (2005). *Analyzing the quality of argumentation supported by personally–seeded discussions*. Paper presented at the Computer Supported Collaborative Learning Conference, Taipei, Taiwan.

Clark, D. & Sampson, V. (2006). Personally–seeded discussions to scaffold online argumentation. *International Journal of Science Education*, 29 (3), pp. 253 – 277.

Clarke, D. & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18 (8), pp. 947 – 967.

Cleary, T. J. & Zimmermann, B. J. (2004). Self–regulation empowerment program: A school–based program to enhance self–regulated and self–motivated cycles of student learning. *Psychology in the Schools*, 41 (5), pp. 537 – 550.

Clough, E. E. & Driver, R. (1985). Secondary students' conceptions of the conduction of heat: Bringing together scientific and personal views. *Physics Education*, 20, pp. 176 – 182.

Cochran–Smith, M. & Lytle, S. L. (1999). *Relationships of knowledge and practice: Teacher learning in communities*. En *Review of Research in Education* (Iran-Nejad, A. & Pearson, P. D.). Washington, DC: AERA.

Cochran–Smith, M. (2001). The outcomes question in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 17 (5), pp. 527 – 546.

Bibliografía

Cohen, L. & Manion, L. (1990). *Métodos de investigación educativa*. Madrid: La Muralla.

Coleman, E. B. (1998). Using explanatory knowledge during collaborative problem solving in science. *Journal of the Learning Sciences*, 7 (3), pp. 387 – 427.

Collins, R. (2004). *Interaction ritual chains*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Confrey, J. (1990). *What constructivism implies for teaching*. En Davis, R. B.; Maher, C. A. & Noddings, N. (eds.), *Constructivist views on the teaching and learning of mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, pp. 107 – 122.

Convay, P. F. & Clark, C. M. (2003). The journey inward and outward: A reexamination of Fuller's concerns-based model of teacher development. *Teaching and Teacher Education*, 19 (5), pp. 465 – 482.

Cooper, B. & Cowie, B. (2010). Collaborative research for assessment for learning. *Teaching and Teacher Education*, 26 (4), pp. 979 – 986.

Corey, S. (1953). *Action research to improve school practice*. New York: Teachers College, Columbia University.

Costas, J. E. (2008). Putnam physics competition a suggestion. *Arxiv*: 0810.3032v1 [physics.ed-ph].

<http://es.arXiv.org/abs/0810.3032>.

Crabtree, B. F. & Miller, W. L. (1999). *Doing qualitative research*. (Segunda Edición) Thousand Oaks London New Delhi: Sage Publications International Educational and Professional Publisher.

Creswell, J. W. (1998). *Qualitative inquiry and research design. Choosing among five traditions*. Thousand Oaks London New Delhi: Sage Publications International Educational and Professional Publisher.

Cuño, A. G.; Vargas, C. F. López, M. E. (2005). Intervención y formación docente. Estudio preliminar. *Enseñanza de las Ciencias*, 23 (3), pp. 335 – 344.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Dagher, Z. R. (1995). Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education. *Science Education*, 79 (3), pp. 295 – 312.

Danusso, L.; Testa, I. & Vicentini, M. (2010). Improving prospective teachers' knowledge about scientific models and modelling: Design and evaluation of a teacher education intervention. *International Journal of Science Education*, 32 (7), pp. 871 – 905.

Darling–Hammond, L. (1994). *Developing professional development schools: Early lessons, challenge and promise*. En Darling–Hammond, L. (Eds.), *Professional development schools: Schools for developing a profession*. New York: Teachers College Press.

Darling–Hammond, L. (2000). Teacher quality and student achievement: a review of state policy evidence. *Education Policy Analysis Archives*, 8 (1).

Darling–Hammond, L. & Bransford, J. (2005). *Preparing teachers for a changing world: What teachers should learn and be able to do*. San Francisco: Jossey – Bass.

Da–Silva, C.; Mellado, V.; Ruiz, C. & Porlán, R. (2008). Evolution of the conceptions of a secondary education biology teacher: Longitudinal analysis using cognitive maps. *Science Education*, 91 (3), pp. 461 – 491.

Davis, E. A. (2006). Preservice elementary teachers' critique of instructional materials for science. *Science Education*, 90 (2), pp. 348 – 375.

Davis, E. A. & Smithey, J. (2009). Beginning teachers moving toward effective elementary science teaching. *Science Teacher Education*, 93 (4), p. 745 – 770.

De Alba, N. (2004). *La desigualdad social como contenido escolar. Un análisis desde la perspectiva del conocimiento profesional en la educación secundaria*. Tesis doctoral inédita, dirigida por el Dr. García Pérez, F. F. Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Sevilla.

De Antoniotti, A.; Ignazi, S. & Perefo, P. (2000). Metacognitive knowledge about problem–solving methods. *British Journal of Educational Psychology*, 70, pp. 1 – 16.

Bibliografía

DeBoer, G. E. (2011). The globalization of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 48 (6), pp. 567 – 591.

De Longhi, A. L. (2000). El discurso del profesor y del alumno: Análisis didáctico en clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), pp. 201 – 216.

Demetriou, H. & Wilson, E. (2009). Synthesizing affect and cognition in teaching and learning. *Social Psychology of Education*, 12, pp. 213 – 232.

Denzin, N. K. & Lincoln, Y. S. (1994). *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications International Educational and Professional Publisher.

De Pro, A.; Valcárcel, M. V. & Sánchez, G. (2005). Viabilidad de las propuestas didácticas planteadas en la formación inicial: Opiniones, dificultades y necesidades de profesores principiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 23 (3), pp. 357 – 378.

Desautels, J. & Larochelle, M. (1990). *A constructivist pedagogical strategy: The epistemological disturbance (experiment and preliminary results)*. En D. E. Herget (ed.), *More history and philosophy of science in science teaching*. Tallahassee, FL: Florida State University.

Devries, E.; Lund, K. & Baker, M. (2002). Computer-mediated epistemic dialogue: Explanation and argumentation as vehicles for understanding scientific notions. *Journal of the Learning Sciences*, 11 (1), pp. 63 – 103.

Dewey, J. (1910). *How we think*. Lexington, MA: D.C. Heath.

Dori, Y. J. & Herscovitz, O. (2005). Case-based long-term professional development of science teachers. *International Journal of Science Education*, 27 (12), pp. 1413 – 1446.

Driver, R. (1973). *The representation of conceptual frameworks in young adolescent science students*. Unpublished Ph.D. dissertation, University of Illinois, Urbana, Illinois.

Driver, R.; Guesne, E. & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. Philadelphia, PA: The Open University Press.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Driver, R.; Newton, P. & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84 (3), pp. 287 – 313.

Dufresne, R. J.; Gerace, W. J.; Mestre, J. P. & Leonard, W. J. (2005). ASK-IT/A2L: Assessing student knowledge with instructional technology. *Arxiv: Physics Education*, 0508144.

<http://es.arxiv.org/ftp/physics/papers/0508/0508144.pdf>

Duran, E. & Burgoon, J. (2009). The assessment of science content knowledge of elementary and middle school teachers in a professional development. *National Social Science Journal*, 32 (2), pp. 84 – 98.

Durkheim, E. (1992) *Las formas elementales de la vida religiosa*. Akal. Madrid.

Duschl, R. (2000). *Making the nature of science explicit*. En Millar, R.; Leach, J. & Osborne, J. (Eds.), *Improving science education: The contribution of research*. Philadelphia: Open University Press.

Duschl, R. A.; Ellenbogen, E. & Erduran, S. (1999). *Promoting argumentation in middle school classrooms: A project SEPIA evaluation*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston, MA.

Duschl, R. A. & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38, pp. 39 – 72.

Duschl, R.; Schweingruber, H. & Shouse, A. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K–8*. Washington, DC: National Academy Press.

Edwards, D. & Mercer, H. (1987). *Common knowledge*. Londres: Methuen / Routledge. Traducido al castellano (1988). *El conocimiento compartido: El desarrollo de la comprensión en el aula*. Barcelona: Paidós – MEC.

Eemeren, F. H. & Grootendorst, R. (1992). *Argumentation, communication, and fallacies*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Efklides, A. (2001). *Metacognitive experiences in problem solving: Metacognition, motivation, and self-regulation*. En Efklides,

Bibliografía

A.; Kuhl, J. & Sorrentino, R. M. (Eds.), Trends and prospects in motivation research. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Eisenberg, A. & Garvey, C. (1981). Children's use of verbal strategies in resolving conflict. *Discourse Processes*, 4, pp. 149 – 170

Eisenhart, M.; Cuthbert, A.; Shrum, J. y Harding, J. (1988). Teacher beliefs about work activities: Policy implications. *Theory into Practice*, 27 (2), pp. 137 – 144.

Elbaz, F. (1991). Research on teacher's knowledge: The evolution of a discourse. *Journal of Curriculum Studies*, 23 (1), pp. 1 – 19.

Elbow, P. (1983). Embracing contraries in the teaching process. *College English*, 45, pp. 327 – 339.

Elliot, J. (1990). *La investigación–acción en educación*. Madrid: Morata.

Ellis, R. A. (2009). University teacher approaches to design and teaching and concepts of learning technologies. *Teaching and Teacher Education*, 25, pp. 109 – 117.

Enger, S. K. & Yager, R. E. (2001). *Assessing student understanding in science. A standards-based k–12 handbook*. Thousand Oaks California: Corwin Press, Inc. Sage Publications Company.

Engle, R. A. & Conant, F. R. (2002). Guiding principles for fostering productive disciplinary engagement: explaining an emergent argument in a community of learners classroom. *Cognition and Instruction*, 20 (4), pp. 399 – 483.

Erickson, F. (1998). *Qualitative research methods for science education*. En International handbook of science education. (Fraser, B. J. & Tobin, K. G.). London: Kluwer Academic Publishers.

Erickson, G. L. (1979). Children's conceptions of heat and temperature. *Science Education*, 63, pp. 221 – 230.

Erickson, G. L. (1980). Children's viewpoints of heat: A second look. *Science Education*, 64, pp. 323 – 336.

Estense, D. (1987). Toward a modelling theory of physics instruction. *American Journal of Physics*, 55 (5), pp. 440 – 454.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Fajet, W.; Bello, M.; Leftwich, S. A.; Mesler, J. L. & Shaver, A. N. (2005). Pre-service teachers' perceptions in beginning education classes. *Teaching and Teacher Education*, 21, pp. 717 – 727.

Farrell, J. B. (2003). *Empowering beginning teachers through action research*. Chicago, IL: American Educational Research Association.

Feiman–Nemser, S. (2001). From preparation to practice: Designing a continuum to strengthen and sustain teaching. *Teachers College Record*, 103 (6), pp. 1013 – 1055.

Feito, R. (2004). ¿En qué puede consistir ser “buen” profesor? *Cuadernos de Pedagogía*, 332, pp. 85 – 89.

Fernández, J. & Elortegui, N. (1996). Qué piensan los profesores acerca de cómo se debe enseñar. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), pp. 331 – 342.

Ferreira, A. & González, E. M. (2000). Reflexiones sobre la enseñanza de la física universitaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), pp. 189 – 199.

Ferry, G. (1983). *Le trajet de la formation*. París: Dunod. (Trad. cast. El trayecto de la formación. Los enseñantes entre la teoría y la práctica. (1991). Barcelona: Paidós.).

Fishman, B.; Marx, R.; Best, S. & Tai, R. (2003). Linking teacher and student learning to improve professional development in systemic reform. *Teaching and Teacher Education*, 19, pp. 643 – 658.

Fives, H. & Buehl, M. M. (2008). What do teachers believe? Developing a framework for examining beliefs about teachers' knowledge and ability. *Contemporary Educational Psychology*, 33, pp. 134 – 176.

Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive developmental inquiry. *American Psychologist*, 34, pp. 906 – 911.

Flint, A. S.; Zisook, K. & Fisher, T. R. (2011). Not a one-shot deal: Generative professional development among experienced teachers. *Teaching and Teacher Education*, 27 (8), pp. 1163 – 1169.

Bibliografía

FOMECA (1995). Documento de trabajo sobre la enseñanza de la física en las universidades. *Ministerio de Educación de la Nación*. Buenos Aires. Argentina.

Ford, M. J. & Forman, E. A. (2006). *Redefining disciplinary learning in classroom contexts*. En *Review of Educational Research* (Green, J. & Luke, A.). Washington, DC: American Education Research Association.

Fredricks, J. A., Alfeld, C., & Eccles, J. (2010). Developing and fostering passion in academic and nonacademic domains. *Gifted Child Quarterly*, 54 (1), pp. 18–30.

Freire, A. M. & Choraó, M. F. (1992). Elements for a typology of teachers' conceptions of physics teaching. *Teaching and Teacher Education*, 8 (5), p. 497 – 507.

Frymier, A. B. (2005). Students' Classroom Communication Effectiveness. *Communication Quarterly*, 53 (2), pp. 197 – 212.

Fuhrman, S. (2003). *Riding waves, trading horses: The twenty-year effort to reform education*. En Gordon, D. T. (Ed.), *A nation reformed? American education 20 years after A Nation at Risk*. Cambridge, MA: Harvard Education Press.

Furió, C. (1994). *La enseñanza-aprendizaje de las ciencias como investigación: Un modelo emergente*. En *Science and Mathematics Education for the 21 st. Century: Towards innovatory approaches*, 1. Concepción: Universidad de Concepción. Chile.

Furió, C. & Carnicer, J. (2002). El desarrollo profesional del profesor de ciencias mediante tutorías de grupos cooperativos. Estudio de ocho casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (1), pp. 47 – 73.

Galagousky, L. R. & Muñoz, J. C. (2002). La distancia entre aprender palabras y aprender conceptos. El entramado de palabras – concepto (EPC) como un nuevo instrumento para la investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (1), pp. 29 – 45.

Ganqui, A.; Iglesias, M. C. & Quinteros, C. P. (2010). Indagación llevada a cabo con docentes de primaria en formación sobre temas básicos de astronomía. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9 (2), pp. 467 – 486.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

García, J. J.; Pro, A. & Saura, O. (1995). Planificación de una unidad didáctica: el estudio del movimiento. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (2), pp. 211 – 226.

Gennaoui, M. & Kretschmer, R. E. (1996). Teachers as researchers: Supporting professional development. *Volta Review*, 98 (3), pp. 81 – 92.

Genter, D. & Holyoak, K. J. (1997). Reasoning and learning by analogy. *American Psychologist*, 52 (1), pp. 32 – 34.

Gil, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), pp. 69 – 77.

Giles, D. (2010). Developing pathic sensibilities: a critical priority for teacher education programmes. *Teaching and Teacher Education*, 26 (8), pp. 1511 – 1519.

Gilligan, C. (1982). *In a different voice: psychological theory and women's development*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

González, A.M. *Aceprensa*, 1 diciembre 2010 - n.º 90/10.

Glaserfeld, E. (1992). *Questions and answers about radical constructivism*. Relevant Research, vol. 2: Scope, sequence, and coordination of secondary school science.

Goldberg, F. & Bendall, S. (1995). Making the invisible visible: A teaching / learning environment that builds on a new view of the physics learner. *American Journal of Physics*, 63 (11), pp. 978 – 991.

Goldberg, F. & MacDermott, L. (1987). An investigation of student understanding of the real image formed by a converging lens or concave mirror. *American Journal of Physics*, 55, pp. 108 – 119.

Goldman, S. R.; Duschl, R. A.; Ellenbogen, K.; Williams, S. M. & Tzou, C. (2002). *Science inquiry in a digital age: Possibilities for making thinking visible*. En Oostendorp, V. (Ed.), *Cognition in a digital age*.

Graham, P. (2005). Classroom – based assessment: Changing knowledge and practice through preservice teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 21, pp. 607 – 621.

Bibliografía

Guba, E. G. (1981). *Criterios de credibilidad en la investigación naturalista la enseñanza, su teoría y su práctica*. Madrid: Akal.

Guruceaga, A. & González, F. M. (2004). Aprendizaje significativo y educación ambiental: Análisis de los resultados de una práctica fundamentada teóricamente. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (1), pp. 115 – 136.

Guskey, T. R. (1986). Staff development and the process of teacher change. *Educational Researcher*, 15 (5), pp. 5 – 12.

Guskey, T. R. (2002). Professional development and teacher change. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 8 (3), pp. 381 – 391.

Guskey, T. R. & Passaro, P. D. (1994). Teacher efficacy: A study of construct dimensions. *American Educational Research Journal*, 31 (3), pp. 627 – 643.

Guss, C. D. & Wiley, B. (2007). Metacognition of problem-solving strategies in Brazil, India and United States. *Journal of Cognition and Culture*, 7, pp. 1 – 25.

Hacker, R. G. (1984). A typology of approaches to science teaching in schools. *European Journal of Science Education*, 6 (2), pp. 153 – 167.

Hamel, J.; Dufour, S. & Fortin, D. (1993). *Case study method*. (Vol. 32). Newbury Park, CA: Sage Publications. International Educational and Professional Publisher.

Hammerness, K.; Darling–Hammond, L. & Bransford, J. (2005). *How teachers learn and develop*. En *Preparing teachers for a changing world: What teachers should learn and be able to do* (Darling–Hammond, L. & Bransford, J.). San Francisco: Jossey–Bass.

Haney, J. J. & McArthur, J. (2002). Four case studies of prospective science teachers' beliefs concerning constructivist teaching practices. *Science Education*, 86, pp. 783 – 802.

Hargreaves, A. (1996). Revisiting voice. *Educational Researcher*, 25 (1), pp. 12 – 19.

Harvey, S. T.; Bimler, D.; Evans, I. M.; Kirkland, J. & Pechtel, P. (2012). Mapping the classroom emotional environment. *Teaching and Teacher Education*, 28 (4), pp. 628 – 640.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Hatton, N. & Smith, D. (1995). Reflection in teacher education: Towards definition and implementation. *Teaching and Teacher Education*, 11 (1), pp. 33 – 49.

Helsing, D. (2007). Regarding uncertainty in teachers and teaching. *Teaching and Teacher Education*, 23, pp. 1317 – 1333.

Hennissen, P.; Crasborn, F.; Brouwer, N.; Korthagen, F. & Bergenb, T. (2010). Uncovering contents of mentor teachers' interactive cognitions during mentoring dialogues. *Teaching and Teacher Education*, 26 (2), pp. 207 – 214.

Hernandez, F. (2004). Pasión en el proceso de conocer. *Cuadernos de Pedagogía*, 332, pp. 46 – 51.

Hestenes, D.; Wells, M. & Swackhamer, G. A. (1992). Force concept inventory. *Physics Teacher*, 30, pp. 141–158.

Hewson, P. W. & Hewson, M. G. (1989). Analyse and use of a task for identifying conceptions of teaching science. *Journal of Education for Teaching*, 15 (3), pp. 191 – 209.

Hidi, S. & Renninger, K. A. (2006). The four phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41, pp. 111 – 127.

Hiebert, J.; Gallimore, R. & Stigler, J. W. (2002). A knowledge base for the teaching profession: what would it look like and how can we get one? *Educational Researcher*, 31 (5), pp. 3 – 15.

Hitchcock, G. & Hughes, D. (1995). *Research and the teacher: A qualitative introduction to school-based research* (Segunda edición). New York: Routledge.

Hodkinson, H. & Hodkinson, P. (2005). Improving schoolteachers' workplace learning. *Research Papers in Education*, 20, pp. 109 – 131.

Hodson, D. (1988). Towards a philosophical more valid science curriculum. *Science Education*, 72 (1), pp. 19 – 40.

Hofmann, D. & Demuth, R. (2007). Chemie in kontext in der hauptschule—geht den das? *Der mathematische und naturwissenschaftliche. Unterricht—MNU*, 60 (5), pp. 299 – 303.

Bibliografía

Hsu, P. L. & Roth, W. M. (2009). Lab technicians and high school student interns—who is scaffolding whom?: On forms of emergent expertise. *Science Education*, 93, pp. 1 – 25.

Hug, B. & McNeill, K. L. (2008). Use of first-hand and second-hand data in science: Does data type influence classroom conversations? *International Journal of Science Education*, 30 (13), pp. 1725 – 1751.

Ingersoll, R. M. & Kralik, J. M. (2004). *The impact of mentoring on teacher retention: What the research says*. <http://www.ecs.org>.

IRES (Grupo de Investigación en la Escuela) (1991). *Proyecto Curricular IRES* (Doc. I, II, III y IV). Sevilla: Diada. <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-205.htm>

Jay, J. & Johnson, K. (2002). Capturing complexity: A typology of reflective practice for teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 18, p. 73 – 85.

Jimenez-Aleixandre, M.; Rodríguez, M. & Duschl, R. A. (2000). “Doing the lesson” or “doing science”: Argument in high school genetics. *Science Education*, 84 (6), pp. 757 – 792.

Johnson, R. H. (2002). *Manifest rationality: A pragmatic theory of argument*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Joyce, B. & Showers, B. (1988). *Student achievement through staff development*, White Plains, New York: Longman.

Jung, H. (1984). *Preinstructional conceptual frameworks in elementary mechanics and their interaction with instruction*. Tesis Doctoral, University of Washington, Seattle.

Kegan, R. (1994). *In over our heads: The mental demands of modern life*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Kehle, P. (1999). Shifting our focus from ends to means: Mathematical reasoning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30 (4), pp. 468 – 474.

Kelly, G. J. & Chen, C. (1999). The sound of music: Constructing science as a sociocultural practice through oral and written discourse. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (8), pp. 883 – 915.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Kelly, G. J.; Druker, S. & Chen, C. (1998). Students' reasoning about electricity: Combining performance assessments with argumentation analysis. *International Journal of Science Education*, 20 (7), pp. 849 – 871.

Kemmis, S. (1998). *Action research*. En J. Keeves (Ed.), *Educational research, methodology, and measurement: An international handbook*. New York: Pergamon.

Kemmis, S. (2001). *Exploring the relevance of critical theory for action research: Emancipatory action research in the footsteps of Jurgen Habermas*. En P. Reason & H. Bradbury (Eds.), *Handbook of action research: Participative inquiry and practice*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Knorr, K. (1999). *Epistemic cultures: How the sciences make knowledge*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Koballa, T. R. & Glynn, S. M. (2007). *Attitudinal and motivational constructs in science learning*. En Abell, S. K. & Lederman, N. G. (Eds.), *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Kramarsky, B. & Mevarech, Z. (2003). Enhancing mathematical reasoning in the classroom: The effects of cooperative learning and meta – cognitive training. *American Educational Research Journal*, 40, pp. 281 – 310.

Kramer, R. (2007). Leading change through action learning. *The Public Manager*, 36 (3), pp. 38 – 44.

Krull, E.; Oras, K. & Sisask, S. (2007). Differences in teachers' comments on classroom events as indicators of their professional development. *Teaching and Teacher Education*, 23, pp. 1038 – 1050.

Kuhn, D. (1972). Mechanisms of change in the development of cognitive structure. *Child Development*, 43, pp. 823.

Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77, pp. 319 – 337.

Kuhn, L. & Reiser, B. (2005). *Students constructing and defending evidence – based scientific explanations*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Dallas, TX.

Bibliografía

Kuhn, L. & Reiser, B. (2006). *Structuring activities to foster argumentative discourse*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA.

Kuhn, D. & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child Development*, 74 (5), pp. 1245 – 1260.

Kyriakides, L.; Creemers, B. P. M. & Antoniou, P. (2009). Teacher behaviour and student outcomes: Suggestions for research on teacher training and professional development. *Teaching and Teacher Education*, 25, pp. 12 – 23.

Lampert, M. (1999). *How do teachers manage to teach? Perspectives on problems in practice*. En Mintz, E. & Yun, J. T. (Eds.), *The complex world of teaching: Perspectives from theory and practice*. Cambridge, MA: Harvard Educational Review.

Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. New York: Cambridge University Press.

Leavy, A. M.; McSorley, F. A. & Bote, L. A. (2007). An examination of what metaphor construction reveals about the evolution of preservice teachers' beliefs about teaching and learning. *Teaching and Teacher Education*, 23, pp. 1217 – 1233.

Lee, S.-Y.; Matthews, M. S. & Olszewski-Kubilius, P. (2008). A national picture of talent search and talent search educational programs. *Gifted Child Quarterly*, 52 (1), pp. 55 – 69.

Lee, S. W.-Y.; Tsai, C.-C.; Wu, Y.-T.; Tsai, M.-J.; Liu, T.-C.; Hwang, F.-K.; Lai, C.-H.; Liang, J.-C.; Wu, H.-C. & Chang, C.-Y. (2011). Internet-based science learning: A review of journal publications. *International Journal of Science Education*, 33 (14), pp. 1893 – 1925.

Lehrer, R.; Carpenter, S.; Schauble, L. & Putz, A. (2000). *Designing classrooms that support inquiry*. En *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (Mintrell, J. & Van Zee, E.). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.

Lemke, J. (1996). *Aprender a hablar ciencia: Lenguaje, aprendizaje y valores*. Madrid: Paidós.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Levin, B. B. & Rock, T. C. (2003). The effects of collaborative action research on preservice and experienced teacher partners in professional development schools. *Journal of Teacher Education*, 54, pp. 135 – 149.

Lewis, E. L. & Linn, M. C. (2003). Heat energy and temperature concepts of adolescents, adults, and experts: Implications for curricular improvements. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, pp. 155 – 175.

Liaw, E. C. (2009). Teacher efficacy of pre-service teachers in Taiwan: The influence of classroom teaching and group discussions. *Teaching and Teacher Education*, 25, pp. 176 – 180.

Licona, M. (2000). *A call for self-reflection as professors engage the issues of science education reform: An ethnographic study*. Dissertation Abstracts International, 61 (02), 480. UMI No. (9961076).

<http://web.nmsu.edu/~mlicona/Pubs/Disser.pdf>

Lincoln, Y. S. & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, London & New Delhi: Sage Publications. International Educational and Professional Publisher.

Linn, M. C. & Eylon, B.-S. (2006). *Science education: integrating views of learning and instruction*. En Alexander, P. & Winne, P. H. (Eds.), *Handbook of educational psychology*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Linn, M. C. & Hsi, S. (2000). *Computers, teachers, and peers: Science learning partners*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Llano, A. (2003). *Repensar la universidad. La universidad ante lo nuevo*. Madrid: Ediciones Internacionales Universitarias

Lopérgolo, A. M.; López, M. J. & Utges, G. (1987). *Análisis académico-social de alumnos de física de primer año*. Memorias REF V-RELAFI IV Mar del Plata, Argentina.

Lotter, C. (2006). The impact of an inquiry professional development program on secondary science teachers' enactment of inquiry – based pedagogies. Artículo presentado en *The Annual Conference of the National Association of Research in Science Teaching*, San Francisco.

Bibliografía

Lotter, C.; Harwood, W. S. & Bonner, J. J. (2007). The influence of core teaching conceptions on teachers' use of inquiry teaching practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, pp. 1318 – 1347.

Loucks–Horsley, S.; Hewson, P.; Love, N. & Stiles, K. (1998). *Designing professional development for teachers of science and mathematics*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Loucks – Horsley, S.; Love, N.; Stiles, K.; Mundry, S. & Hewson, P. (2003). *Designing professional development for teachers of science and mathematics* (Segunda edición). Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Luft, J. A. (2001). Changing inquiry practices and beliefs: The impact of an inquiry–based professional development programme on beginning teachers and experienced secondary science teachers. *International Journal of Science Education*, 23 (5), pp. 517 – 534.

MacDermott, L. (1984). Research on conceptual understanding in mechanics. *Physics Today*, 37, pp. 24 – 32.

Macmillan, J. H. (2008). *Educational research. Fundamentals for the consumer*. (Quinta edición). E. E. U. U.: Pearson Education, Inc.

Magnusson, S.; Krajcik, J. & Borko, H. (1999). *Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching*. En Gess–Newsome, J. & Lederman, N. (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Mainhard, M. T.; Pennings, H. J. M.; Wubbels, T. & Brekelmans, M. (2012). Mapping control and affiliation in teacher–student interaction with state space grids. *Teaching and Teacher Education*, 28 (7), pp. 1027 – 1037.

Malmberg, L. E. (2006). Goal–orientation and teacher motivation among teacher applicants and student teachers. *Teaching and Teacher Education*, 22, pp. 58 – 76.

Marin, N.; Solano, I. & Jimenez, E. (1999). Tirando del hilo de la madeja constructivista. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), pp. 479 – 492.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Marín, N. (2003). Conocimientos que interaccionan en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (1), pp. 65 – 78.

Martín del Pozo, J. (1994). Un recurso para cambiar la práctica: el diario del profesor. *Kikiriki*, pp. 33, 35 – 40

Marx, R.; Blumenfeld, P.; Krajcik, J.; Fishman, B.; Soloway, E.; Geier, R. & Tai, R. T. (2004). Inquiry – based science in the middle grades: Assessment of the learning in urban systemic reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, pp. 1063 – 1080.

Marzano, R. J. (1998). *A theory-based meta-analysis of research on instruction*. Estados Unidos de América: Midcontinent Regional Educational Laboratory.

Masood, S. (2013). The decrease in physics enrollment. *Arxiv*: 0509206v1 [physics.ed-ph].

<http://es.arxiv.org/pdf/physics/0509206v1>

Mattheoudakis, M. (2007). Tracking changes in pre – service EFL teacher beliefs in Greece: A longitudinal study. *Teaching and Teacher Education*, 23, pp. 1272 – 1288.

Maykut, P. & Morehouse, R. (1994). *Beginning qualitative research. A philosophic and practical guide*. Washington, D. C.: The Falmer Press.

Mbuva, J.; Czech, B. & Oriaro, C. (2009). Becoming an effective teacher: communication with school administrators, classroom teachers, parents and community members. *National Social Science Journal*, 32 (2), pp. 150 – 156.

McDonald, C. V. (2010). The influence of explicit nature of science and argumentation instruction on preservice primary teachers' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (9), pp. 1137.

McHargue, M. (1994). *Enhancing academic leadership through local & regional retreat: Adapting the “great teachers” model for chairs and deans* (ERIC Document Reproduction ED 394562).

McNeill, K. L.; Lizotte, D. J.; Krajcik, J. & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading

Bibliografía

scaffolds in instructional materials. *Journal of the Learning Sciences*, 15 (2), pp. 153 – 191.

McNeill, K. L. & Krajcik, J. (2007). *Middle school students' use of appropriate and inappropriate evidence in writing scientific explanations*. En Lovett, M. & Shah, P. (Eds.), *Thinking with data: The proceedings of 33rd Carnegie symposium on cognition*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Meier, D. & Henderson, B. (2007). *Learning from young children in the classroom: The art and science of teacher research*. New York: Teachers College Press.

Meirink, J. A.; Meijer, P. C. & Verloop, N. (2007). A closer look at teachers' individual learning in collaborative settings. *Teachers and Teaching: theory and Practice*, 13, pp. 145 – 164.

Meirink, J. A.; Meijer, P. C.; Verloop, N. & Bergen, T. C. M. (2009). Understanding teacher learning in secondary education: The relations of teacher activities to changed beliefs about teaching and learning. *Teaching and Teacher Education*, 25, pp. 89 – 100.

Mellado, V. (1998). La investigación sobre el profesorado de ciencias experimentales. En *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias I* (Banet, E. & de Pro, A.). Murcia: DM.

Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), pp. 343 – 358.

Melville, W. & Bartley, A. (2010). Mentoring and community: inquiring as stance and science as inquiry. *International Journal of Science Education*, 32 (6), pp. 807 – 828.

Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.

Metallidou, P. (2009). Pre-service and in-service teachers' metacognitive knowledge about problem-solving strategies. *Teaching and Teacher Education*, 25, pp. 76 – 82.

Metz, K. (1995). Reassessment of developmental constraints on children's science instruction. *Review of Educational Research*, 65 (2), pp. 93 – 127.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Mikelskis–Seifert, S. & Duit, R. (2007). Physik in kontext—innovative unterrichtsansa“ tze für den schulalltag. *Der mathematischeund naturwissenschaftliche. Unterricht—MNU*, 60 (5), pp. 265 – 274.

Miller, P. S. & Stayton, V. D. (1999). Higher education culture— a fit or misfit with reform in teacher education? *Journal of Teacher Education*, 50 (4), pp. 290 – 302.

Millar, R. (2007). Twenty first century science: Implications from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28 (13), pp. 1499 – 1521.

Ministerio de Educación (2010). *PISA 2009. Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos. OCDE Informe español*. Madrid: Secretaría de Estado de Educación y Formacion Profesional. Dirección General de Evaluación y Cooperación Territorial. Instituto de Evaluación.

<http://www.institutodeevaluacion.educacion.es>

Ministerio de Educación (2011). Sistema estatal de indicadores de la eduación. Madrid: Instituto de evaluación. Extraído el 18 de octubre de 2013

<http://www.mecd.gob.es/dctm/ievaluacion/indicadores-educativos/seie-2011.pdf?documentId=0901e72b810b3cc3>

Minstrell, J. (1984). *Teaching for the development of understanding of ideas: Focus on moving objects*. En *Observing Science Classrooms: Observing Science Perspectives from Research and Practices*. AETS Yearbook. Columbus, OH: Ohio State University.

Minstrell, J. A. (1992). Teaching science for understanding. *Relevant Research*, 2, pp. 237 – 251.

Mitchell, S. N.; Reilly, R.; Bramwell, F. G.; Solnosky, A. & Lilly, F. (2004). Friendship and choosing groupmates: Preferences for teacher–selected vs. student–selected groupings in high school science classes. *Journal of Instructional Psychology*, 31, pp. 20 – 32.

Bibliografía

Mitchell, S. N.; Reilly, R. C. & Logue, M. E. (2009). Benefits of collaborative action research for the beginning teacher. *Teaching and Teacher Education*, 25 (2), pp. 344 – 349.

Mizell, H. (2003). Facilitator: 10 refreshments: 8 evaluation: 0. *Journal of Staff Development*, 24, pp. 10 – 13.

Monk, M. (1994). Mathematics in physics education: a case of more haste less speed. *Physics Education*, 29 (4), pp. 209 – 211.

Monk, M. & Osborne, J. (1997). Placing the history and philosophy of science in the curriculum: A model for the development of pedagogy. *Science Education*, 81 (4), pp. 405 – 424.

Moore, M. (1994). *The ecology of problem finding and teaching*. En *Problem finding, problem solving, and creativity* (Runco, M.). Norwood, NJ: Ablex.

Moraes, R. (1999). *Análise de conteúdo*. Educação, Porto Alegre, XXII (37), pp. 7 – 32.

Mortimer, E. F. (1996). *Elaboração conceitual e linguagem na sala de aula de química e ciencias*. Memorias de III Escuelas Latinoamericanas sobre Pesquisa em Ensino de Física, Canela, R. S., del 1 al 12 de julio.

Moscovici, H. (2007). Mirror, mirrors on the wall, who is the most powerful of all? A self – study analysis of power relationships in science methods courses. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (9), pp. 1370 – 138.

Mottet, T. P. & Beebe, S. A. (2000). *Emotional contagion in the classroom: An examination of how teacher and student emotions are related*. Presentado en el encuentro anual de National Communication Association, Seattle, WA.

Mualem, R. & Eylon, B. S. (2010). Junior high school physics: Using a qualitative strategy for successful problem solving. *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (9), pp. 1094 – 1115.

Mulholland, J. & Wallace, J. (2005). Growing the tree of teacher knowledge: The years of learning to teach elementary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (7), pp. 767 – 790.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Muñoz–Chapuli, R. (1995). Escribir para aprender: Ensayo de una alternativa para la enseñanza universitaria de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (3), pp. 273 – 278.

Murawski, W. & Swanson, L. (2001). A meta–analysis of co–teaching research: Where are the data? *Remedial and Special Education*, 22 (5), pp. 258 – 267.

NAEP (Valoración Nacional del Progreso Educativo)

<http://www.ets.org/k12/naep>

Nargund-Joshi, V.; Rogers, M. A. P. & Akerson, V. L. (2011). Exploring indian secondary teachers' orientations and practice for teaching science in an era of reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 48 (6), pp. 624 – 647.

Navarro, P. & Díaz, C. (1994). *Análisis de contenido*. En Delgado, J. M. & Gutiérrez, J. Métodos y técnicas cualitativas de investigación en ciencias sociales. Madrid: Síntesis.

NCEE (National Commission on Excellence in Education) (1983). *A nation at risk: The imperative for educational reform*. Washington, DC: The U.S. Department of Education.

NCEE (National Commission on Excellence in Education) Comparison

<http://nces.ed.gov/nationsreportcard/statecomparisons/withinyear.aspx?usrSelections=1%2cSCI%2c0%2c0%2cwithin%2c0%2c0>

NCES (Centro Nacional para las Estadísticas de la Educación)

http://nces.ed.gov/timss/table11_5.asp

NCTAF (Comisión Nacional de la Enseñanza y el Futuro de América) <http://nctaf.org/about-nctaf/>

NCTAF (Comisión Nacional de la Enseñanza y el Futuro de América) Research <http://nctaf.org/research/>

Nelson, T. H. (2005). Knowledge interactions in teacher–scientist partnerships: Negotiation, consultation, and rejection. *Journal of Teacher Education*, 56 (4), pp. 382 – 395.

Nelson, T. H. (2009). Teachers' collaborative inquiry and professional growth: should We Be Optimistic? *Science Teacher Education*, 93 (3), pp. 548 – 580.

Bibliografía

Newell, S. T. (1996). Practical inquiry: collaboration and reflection in teacher education reform. *Teaching and Teacher Education*, 12 (6), pp. 567 – 576.

Newmann, F. M.; King, M. B., & Young, P. (2000). Professional development that addresses school capacity: lessons from urban elementary schools. *American Journal of Education*, 108 (4), pp. 259 – 299.

Newman. J. (1996). *Discursos sobre el fin y la naturaleza de la educación universitaria*. Pamplona: EUNSA

Newton, P.; Driver, R. & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21 (5), pp. 553 – 576.

Nichols, P. D. & Mittelholtz, D. J. (1997). *Constructing the aptitude: implications for the assessment of analogical reasoning*. En G. D. Phye (Ed.), *Handbook of academic learning: Construction of knowledge*. London: Academic Press.

Novak, J. D. (1988). Constructivismo humano: Un consenso emergente. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), pp. 213 – 223.

Novak, J. D. (1991). Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender. (Artículo presentado en la inauguración del III Congreso sobre Investigación y Enseñanza de las Ciencias y las Matemáticas celebrado en Santiago de Compostela el 20 de septiembre del 1989). *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3), pp. 215 – 227.

Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge: University Press.

National Commission on Teaching and America's Future. (1996). *What matters most: Teaching for America's future*. New York: Teachers College, Columbia University.

Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.

NRC (National Research Council) (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press y National Association Press.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

NRC (National Research Council) (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.

NRC (National Research Council) (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K – 8*. Washington, DC: The National Academies Press.

Nussbaum, E. M.; Sinatra, G. M. & Poliquin, A. W. (2008). Role of epistemic beliefs and scientific argumentation in science learning. *International Journal of Science Education*, 30 (15), pp. 1977 – 1999.

OCDE o OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2006). *Assessing scientific, reading, and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Paris, France: OECD.

http://www.oecd.org/document/32/0,3343,en_2649_39263231_37468320_1_1_1_1,00.html

Ogborn, J. (2002). Ownership and transformation: teachers using curriculum innovation. *Physics Education*, 37 (2), pp. 142 – 146.

O’Keefe, D. J. (1982). *The concept of argument and arguing*. En Cox, J. R. & Willard, C. A. (Eds.), *Advances in argumentation theory and research*. Carbondale, IL: Southern Illinois University Press.

Oliva, J. M. (2003). Rutinas y guiones del profesorado de ciencias ante el uso de analogías como recurso de aula. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (1), pp. 1 – 15.

Oliva, J. M. (2004). El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor de ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3 (3), pp. 1 – 23.

Oliva, J. M.; Azcarate, P. & Navarrete, A. (2007). Teaching models in the use of analogies as a resource in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 29 (1), pp. 45 – 66.

Oliveira, A. W. (2010). Improving teacher questioning in science inquiry discussions through professional development. *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (4), pp. 422 – 453.

Bibliografía

Oliver, M. & Venville, G. (2011). An exploratory case study of olympiad students' attitudes towards and passion for science. *International Journal of Science Education*, 33 (16), pp. 2295 – 2322.

Osborne, J.; Erduran, S. & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in science classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 41 (10), pp. 994 – 1020.

Osborne, J. F. & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction? *Science Education*, 95 (4), pp. 627 – 638.

Paik, S.-H.; Cho, B. -K. & Go, Y. -M. (2007). Korean 4- to 11-year old student conceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, pp. 284 – 302.

Palinscar, A. S. (1998). Social constructivist perspectives on teaching and learning. *Annual Review of Psychology*, 49, pp. 345 – 375.

Park, S. & Oliver, S. (2008). National board certification (NBC) as a catalyst for teachers' learning about teaching: The effects of the NBC process on candidate teachers' PCK development. *Journal of Research in Science Teaching*, 45 (7), pp. 812 – 834.

Parra-Moreno, C. (2005). La universidad, institución social. *Estudios sobre educación*, 9, 145-165.

Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation methods*. (Segunda edición) Thousand Oaks, California: Sage.

Perkins, D. N.; Farady, M. & Bushy, B. (1991). *Everyday reasoning and the roots of intelligence*. En Voss, J. F.; Perkins, D. N. & Segal, J. W. (Eds.), *Informal reasoning and education*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Piaget, J. (1978). *La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo*. Madrid: Siglo XXI.

Pintrich, P. R. (2002). The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and assessing. *Theory into Practice*, 41 (4), pp. 219 – 225.

Pirkle, S. F. & Peterson, B. R. (2009). Enhancing mentorship with podcasting: Training and retaining new and beginning teachers. *National Social Science Journal*, 32 (2), pp. 164 – 169.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Podolefsky, N. S.; Moore, E. B. & Perkins, K. K. (2013). Implicit scaffolding in interactive simulations: Design strategies to support multiple educational goals. *Arxiv*: 1306.6544 [physics.ed-ph].

<http://es.arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1306/1306.6544.pdf>

Pohan, A. C. & Dieckmann, J. (2005). Pre – service partnerships create classroom leaders. *Learning et Loading with Technology*, pp. 22 – 24.

Polo, L. (1997). *El profesor Universitario*. Bogotá: Universidad de la Sabana

Pontecorvo, C. & Girardet, H. (1993). Arguing and reasoning in understanding historical topics. *Cognition and Instruction*, 11 (3), pp. 365 – 395.

Pope, M. & Gilbert, J. (1983). Personal experience and the construction of knowledge in science. *Science Education*, 67 (2), pp. 193 – 203.

Porlán, R. (2008). No es verdad. Razones para un manifiesto pedagógico. *Cuadernos de pedagogía*, 384, pp. 79 – 82.

Porlán, R.; Azcárate, M.; Martín del Pozo, R. & Rivero, A. (1996). Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores: Fundamentos y principios formativos. *Investigación en la Escuela*, 29, pp. 23 – 38.

Porlán, R. & Martín del Pozo, R. (1996). Ciencia, profesores y enseñanza: Unas relaciones complejas. *Alambique*, 8, pp. 23 – 32.

Porlán, R.; Rivero, A. & Martín del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: Estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), pp. 271 – 288.

Posner, G. J. & Gertzog, W. A. (1982). The clinical interview and the measurement of conceptual change. *Science Education*, 66, pp. 195 – 209.

Posner, G. J.; Strike, K. A.; Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1992). *Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change*. Relevant Research, vol. 2: Scope, sequence, and coordination of secondary school science.

Bibliografía

Pro, A. (1999). Planificación de unidades didácticas por los profesores: análisis de tipos de actividades de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), pp. 411 – 429.

Public Education Network (2002). *Teaching matters: Promoting quality instruction in east Baton Rouge parish* (ERIC Document Reproduction ED473231).

Putnam, R. T. & Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning? *Educational Researcher*, 29 (1), pp. 4 – 15.

Reason, P. & Bradbury, H. (2001). *Preface*. En Reason, P. & Bradbury, H. (Eds.), *Handbook of action research: Participative inquiry and practice*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Reeves, T. C. & Laffey, J. M. (1999). Design, assessment, and evaluation of a problem-based learning environment in undergraduate engineering. *Higher Education Research et Development*, 18 (2), pp. 219 – 232.

Reeves, T. C. & Reeves, P. M. (1997). *The affective dimensions of interactive learning on the WWW*. En Khan, B. H. (Ed.), *Web-based instruction*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology.

Reiser, R. A. (2001). A history of instructional design and technology: Part II. *Educational Technology, Research and Development*, 49 (2), pp. 57 – 67.

Remillard, J. T. (2005). Examining key concepts in research on teachers' use of mathematics curricula. *Review of Educational Research*, 75 (2), pp. 211 – 246.

Resnick, L. B.; Salmon, M.; Zeitz, C. M.; Wathen, S. H. & Holowchak, M. (1993). Reasoning in conversation. *Cognition and Instruction*, 11 (3), pp. 347 – 364.

Retelsdorf, J. & Günther, C. (2011). Achievement goals for teaching and teachers' reference norms: relations with instructional practices. *Teaching and Teacher Education*, 27 (7), pp. 1111 – 1119.

Richardson, V. (1996). *The role of attitude and beliefs in learning to teach*. En *Handbook of research on teacher education* (Sikula, J.). New York: Macmillan.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Richter, D.; Kunter, M.; Klusmann, U.; Lüdtke, O. & Baumert, J. (2011). Professional development across the teaching career: teachers' uptake of formal and informal learning opportunities. *Teaching and Teacher Education*, 27, pp. 116 – 126.

Risch, M. (2010). History of scientists? Elimination of naive beliefs about movement – the testing of the theories of Galileo in his lifetime on board of a galley – . *Arxiv*, 1008.4239, pp. 1 – 19.

<http://es.arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1008/1008.4239>

Ritchie, S. M.; Tobin, K.; Hudson, P.; Roth, W.-M. & Mergard, V. (2011). Reproducing successful rituals in bad times: Exploring emotional interactions of a new science teacher. *Science Education*, 95 (4), pp. 745 – 765.

Rivero, A. (1996). *La formación permanente del profesorado de Ciencias de la E.S.O.: Un estudio de caso*. Tesis doctoral, dirigida por el Dr. Porlán, R. Universidad de Sevilla: Facultad de Ciencias de la Educación, Departamento de Didáctica de las Ciencias.

Robertson, A. D.; McKagan, S. B. & Scherr, R. E. (2013). Selection, generalization, and theories of cause in qualitative physics education research: Answers to the hard-hitting questions asked by skeptical quantitative researchers. *Arxiv*: 1307.4136 [physics.ed-ph].

<http://es.arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1307/1307.4136.pdf>

Rochelle, J. (1992). Learning by collaborating: Convergent conceptual change. *Journal of the Learning Sciences*, 2, pp. 235 – 276.

Roehrig, G. H. & Luft, J. A. (2004). Constraints experienced by beginning secondary science teachers in implementing scientific inquiry lessons. *International Journal of Science Education*, 26 (1), pp. 3 – 24.

Roehrig, G. H.; Kruse, R. A. & Kern, A. (2007). Teacher and school characteristics and their influence on curriculum implementation. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (7), pp. 883 – 907.

Rojas, S. (2009). On the teaching and learning of physics: A criticism and a systemic approach. *Arxiv*: 0902.1151v1 [physics.ed-ph]. <http://es.arxiv.org/pdf/0902.1151>

Bibliografía

Roth, W. M. & Middleton, D. (2006). Knowing what you tell, telling what you know: Uncertainty and asymmetries of meaning in interpreting graphical data. *Cultural Studies of Science Education*, 1, pp. 11 – 81.

Rowe, M (1974). Wait–Time and rewards as instructional variables: Their influence on language, logic, and fate control. *Journal of Research in Science Teaching*, 11, pp. 81 – 94.

Sadler, T. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41 (5), pp. 513 – 536.

Sampson, V. & Blanchard, M. R. (2012). Science Teachers and Scientific Argumentation: Trends in Views and Practice. *Journal of Research in Science Education*, 49 (9), pp. 1122 – 1148.

Sampson, V. & Clark, D. (2009). The impact of collaboration on the outcomes of scientific argumentation. *Science Teacher Education*, 93 (3), pp. 448 – 484.

Sampson, V. & Clark, D. (2011). A comparison of the collaborative scientific argumentation practices of two high and two low performing groups. *Research in Science Education*, 41 (1), pp. 63 –97.

Sánchez, G.; Pro, A. & Valcárcel, M. V. (1997). La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: el estudio de las disoluciones en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (1), pp. 35 – 50.

Sánchez, G. & Valcárcel, M. V. (2000). ¿Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza? Cambios y dificultades tras un programa de formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (3), pp. 423 – 437.

Sancho, J. M. (2010). La educación puede marcar la diferencia. El saber pedagógico de Mercedes Muñoz–Repiso. *Cuadernos de Pedagogía*, 399, pp. 82 – 85.

Sandoval, W. A. & Millwood, K. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23 (1), pp. 23 – 55.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Sandoval, W. A. & Reiser, B. J. (2004). Explanation driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88 (3), pp. 345 – 372.

Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1989). *Conceptions of teaching and approaches to core problems*. En Reynolds, M. (Ed.), Knowledge base for beginning teachers. Oxford: Pergamon.

Schibeci (2009). *Inspiring students with the joy and wonder of science? Key Australasian contributions to research on student attitudes to science*. En The world of science education: Handbook of research in Australasia (Ritchie, S.). Rotterdam: Sense Publishers.

Schnittka, C. & Bell, R. (2011). Engineering design and conceptual change in science: Addressing thermal energy and heat transfer in eighth grade. *International Journal of Science Education*, 33 (13), pp. 1861 – 1887.

Schön, D. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. New York: Basic Books.

Schön, D. (1987). *Educating the reflective practitioner: Toward a new design for teaching and learning in the professions*. San Francisco: Jossey-Bass.

Schön, D. (1988). *Coaching reflective teaching*. En Grimmett, P. P. & Erickson, G. L. (Eds.), Reflection in teacher education. New York: Teacher's College Press.

Schraw, G. (1988). Promoting general metacognitive awareness. *Instructional Science*, 26, pp. 113 – 125.

Schraw, G. & Dennison, R. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19, pp. 460 – 475.

Schroeder, C. M.; Scott, T. P.; Tolson, H.; Huang, T. Y. & Lee, Y. H. (2007). A meta-analysis of national research: Effects of teaching strategies on student achievement in science in the United States. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (10), pp. 1436 – 1460.

Schuster, D. A. & Carlsen, W. S. (2009). Scientists' teaching orientations in the context of teacher professional development. *Science Teacher Education*, 93 (4), pp. 635 – 655.

Bibliografía

Schwab, J. (1964). *Structure of the disciplines: Meanings and significances*. En G. Ford & L. Pugno (Eds.), *The structure of knowledge and the curriculum*. Chicago: Rand McNally.

Schwarz, B. & Glassner, A. (2003). *The blind and the paralytic: Supporting argumentation in everyday and scientific issues*. En Andriessen, J.; Baker, M. & Suthers, D. (Eds.), *Arguing to learn: Confronting cognitions in computer-supported collaborative learning environments*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Schwarz, C. (2009). Developing preservice elementary teachers' knowledge and practices through modelingcentered scientific inquiry. *Science Education*, 93, pp. 720 – 744.

Seidman, I. (1998) *Interviewing as qualitative research. A guide for researchers in education and the social sciences*. Columbia University, New York and London: Teachers College Press.

Seymour, E. & Hewitt, N. M. (1997). *Talking about leaving. Why undergraduates leave the sciences*. United States of America: Westview Press.

Shechtman, Z.; Levy, M. & Leichtentritt, J. (2005). Impact of life skills training on teachers' perceived environment and self-efficac. *Journal of Educational Research*, 98 (3), pp. 144 – 155.

Shin, N.; Jonassen, H. D. & McGee, S. (2003). Predictors of well-structured and ill-structured problem solving in an astronomy simulation. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (1), pp. 7 – 27.

Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), pp. 4 – 14.

Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, pp. 1 – 22.

Siegel, H. (1989). The rationality of science, critical thinking and science education. *Synthese*, 80 (1), pp. 9 – 42.

Simmel, G. (2001) *Intuición de la vida. Cuatro capítulos de metafísica*. Altamira. Buenos Aires.

Simon, S.; Erduran, S. & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28, pp. 235 – 260.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Simpson, J. S. & Parsons, E. C. (2009). African american perspectives and informal science educational experiences. *Science Teacher Education*, 93 (2), pp. 293 – 321.

Sirotnik, K. A. (1988). *The meaning and conduct of inquiry in school–university partnerships*. En Sirotnik, K. A. & Goodlad, J. I. (Eds.), *School–university partnerships in action: Concepts, cases and concerns*. New York: Teachers College Press.

Siviter, J. (1994). Bucking the trend. *Physics Education*, 29 (4), pp. 212 – 216.

Smedslund, J. (1961). The acquisition of conservation of substance and weight in children: V. Practice in conflict situations without external reinforcement. *Scodary Journal Psychology*, 2, pp. 156 – 160.

Smith, J. P.; Disessa, A. A. & Roschelle, J. (1994). Misconceptions reconceived: a constructivist analysis of knowledge in transition. *Journal of the Learning Sciences*, 3 (2), pp. 115 – 163.

Smith, D. C. & Neale, D. C. (1989). The construction of subject matter knowledge in primary science teaching. *Teaching and Teacher Education*, 5 (1), pp. 1 – 20.

Solís, E. (2005). *Concepciones Curriculares de los Profesores de Física y Química en Formación Inicial*. Tesis doctoral inédita, dirigida por los doctores Ana Rivero García y Rafael Porlán Ariza. Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Sevilla.

Sperling, R. A.; Howard, B. D.; Staley, R. & Dubois, N. (2004). Metacognition and self–regulated learning constructs. *Educational Research and Evaluation*, 10 (2), pp. 117 – 139.

Spiro, R.; Feltovich, P.; Jackson, M. & Coulson, R. (1991). Cognitive flexibility, constructivism, and hypertext: Random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill–structured domains. *Educational Technology*, 31 (5), pp. 24 – 33.

Stavy, R. & Berkowitz, B. (1980). Cognitive conflict as a basis for teaching quantitative aspects of the concept of temperature. *Science Education*, 64, pp. 679 – 692.

Stein, N. L. & Bernas, R. (1999). *The early emergence of argumentative knowledge and skill*. En Rijlaarsdam, G.; Esperet, E.;

Bibliografía

Andriessen, J. & Coirier, P. (Eds.), *Studies in writing: Vol. 5. Foundations of argumentative text processing*. Amsterdam: University of Amsterdam Press.

Stein, N. L. & Miller, C. (1991). *I win . . . you lose: The development of argumentative thinking*. En Voss, J. F.; Perkins, D. N. & Segal, J. W. (Eds.), *Informal reasoning and instruction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Sternberg, R. (1998). Abilities are forms of developing expertise. *Educational Researcher*, 27 (3), pp. 11 – 20.

Supovitz, J.; Mayer, D. & Kahle, J. (2000). Promoting inquiry – based instructional practice: The longitudinal impact of professional development in the context of systemic reform. *Educational Policy*, 14, pp. 331 – 356.

Supovitz, J. A. & Turner, H. M. (2000). The effects of professional development on science teaching practices and classroom culture. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (9), . 963 – 980.

Sykes, G. (1996). Reform of and as professional development. *Phi Delta Kappan*, 77 (7), pp. 464 – 468.

Sykes, G. (1999). *Introduction: Teaching as the learning profession*. En *Teaching as the learning profession: Handbook of policy and practice* (Darling – Hammond, L. & Skyes, G.). San Francisco: Jossey–Bass.

Tertuliano, Q. S. F. (1987). *De idolatría*. Leiden: Brill.

Thompson, S.; Wernert, N.; Underwood, C. & Nicholas, M. (2008). *TIMSS 07: Taking a closer look at mathematics and science in Australia*. Melbourne: Australian Council for Educational Research.

Thoresen, C. W. (1994). *Implementation of inquiry – based tutorials in an introductory physics course: The role of the graduate teaching assistant*. Bozeman, Montana: Montana State University.

Tobias, S. (1992). *Revitalizing undergraduate science. Why some things work and most don't*. Tucson, Arizona: Research Corporation.

Tobin, K. & Espinet, M. (1989). Impediments to change: applications of coaching in high school science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (2), pp. 105 – 120.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Tobin, K.; Roth, W. M. & Zimmermann, A. (2001). Learning to teach science in urban schools. *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (8), pp. 941 – 964.

Tobin, K. & Tippins, D. (1993). *Constructivism as a referent for teaching and learning*. En Tobin, K. (Ed.), *The practice of constructivism in science education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Toth, E.; Suthers, D. & Lesgold, A. (2002). “Mapping to know”: The effects of representational guidance and reflective assessment on scientific inquiry. *Science Education*, 86 (2), pp. 264 – 286.

Trumbull, D. (1999). *The new science teacher: Cultivating good practice*. New York: Teachers College Press.

Tudge, J. (1990). *Vygotsky, the zone of proximal development, and peer collaboration: Implications for classroom practice*. En L. C. Moll (Ed.), *Vygotsky and education: Instructional implications and applications of sociohistorical psychology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Tyler, R. (1949). *Basic principles of curriculum and instruction*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Tytler, R. (2007). *Re-imagining science education: Engaging students in science for australia's future*. Melbourne Australian Council for Educational Research.

Tytler, R. (2009). School Innovation in Science: Improving science teaching and learning in Australian schools. *International Journal of Science Education*, 31 (13), pp. 1777 – 1809.

Tytler, R. & Osborne, J. (2011). Student attitudes and aspirations towards science. En B. Fraser, K. Tobin & C. McRobbie (Eds.), *The second international handbook in science education* (Vol. 24). Dordrecht: Springer.

Tytler, R.; Waldrup, B. & Griffiths, M. (2004). Windows into practice: constructing effective science teaching and learning in a school change initiative. *International Journal of Science Education*, 26 (2), pp. 171 – 194.

U. S. Department of Education (1983). *A nation at risk: The imperative for educational reform. A report of the national*

Bibliografía

commission on excellence in education. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.

Valesky, T. C. & Etheridge, C. P. (1992). *A school and university collaborative project between Memphis City Schools and Memphis State University*. (ERIC Document Reproduction ED343869).

Van Eemeren, F.; Grootendorst, R. & Henkemans, A. F. (2002). *Argumentation: Analysis, evaluation, presentation*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Van Zee, E. H. (2000). Analysis of a student-generated inquiry discussion. *International Journal of Science Education*, 22 (2), pp. 115 – 142.

Vasquez-Montilla, E.; Spillman, C.; Elliott, E. & McGonney, A. (2007). Co-teaching in teacher education: Expectations, inspirations and limitations. *Florida Educational Leadership*, 7 (2), pp. 47 – 51.

Vellom, R. P. & Anderson, C. W. (1999). Reasoning about data in middle school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (2), pp. 179 – 199.

Viennot, L. (1996). *Raisonnement en physique. La part du sens commun*. Paris – Bruselas: De Boeck.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Waddington, D.; Nentwig, P. & Schanze, S. (2007). *Making it comparable—Standards in science education*. Münster, Germany: Waxmann.

Wade, R. C. & Yarbrough, D. B. (1996). Portfolios: A tool for reflective thinking in teacher education? *Teaching and Teacher Education*, 12 (1), pp. 63 – 79.

Wainmaier, C. O. & Plastino, A. (1995). En búsqueda de una enseñanza que propicie aprendizajes significativos. *Memorias REF IX*. Argentina: Salta.

Ware, H. & Kitsantas, A. (2007). Teacher and collective efficacy beliefs as predictors of professional commitment. *Journal of Educational Research*, 100, pp. 303 – 310.

El buen profesor. Efectividad en el laboratorio de física de la
Universidad Estatal de Nuevo Méjico (NMSU)

Watters, J. J. & Diezmann, C. M. (2003). The gifted student in science: Fulfilling potential. *Australian Science Teachers Journal*, 49 (3), p. 46 – 53.

Weber, M. (1964) *Economía y sociedad. Esbozo de sociología comprensiva*. FCE. México-Buenos Aires.

Weil-Barais, A. (1995). *La formation des connaissances en sciences expérimentales*. París: Hachette Education.

Weinstein, B. D. (1993). What is an expert? *Theoretical Medicine*, 14, pp. 57 – 73.

Wells, G. (1999). *Dialogic inquiry: Towards a sociocultural practice and theory of education*. Cambridge, England: Cambridge University Press.

Wells, M.; Hestenes, D. & Swackhamer, G. (1995). A modelling method for high school physics instruction. *American Journal of Physics*, 63 (7), pp. 606 – 619.

Wenger, E. (1998). *Communities of practice: learning, meaning, and identity*. New York: Cambridge University Press.

Wheatley, G. H. (1991). Constructivist perspectives on science and mathematics learning. *Science Education*, 75 (1), pp. 9 – 21.

White, R. & Gunstone, R. (1992). *Probing understanding*. London: Falmer Press.

Windschitl, M. (1999). The challenges of sustaining a constructivist classroom culture. *Phi Delta Kappan*, 80, pp. 751 – 758.

Windschitl, M. (2002). Framing constructivism in practice as the negotiations of dilemmas: An analysis of the conceptual, pedagogical, cultural and political challenges facing teachers. *Review of Educational Research*, 72 (2), pp. 131 – 175.

Windschitl, M. (2004). Folk theories of “inquiry”: How preservice teachers reproduce the discourse and practices of an atheoretical scientific model. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, pp. 481 – 512.

Winitzky, N. (1992). Structure and process in thinking about classroom management: An exploratory study of prospective teachers. *Teaching and Teacher Education*, 8 (1), pp. 1 – 14.

Bibliografía

Wise, K. C. (1996). Strategies for teaching science: What works? *Clearing House*, 69, pp. 337 – 338.

Woolfolk-Hoy, A.; Davis, H. & Pape, S. J. (2006). *Teacher knowledge and beliefs*. En P. A. Alexander & P. H. Winne (Eds.), *Handbook of educational psychology* (2nd ed.). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Yamagata – Lynch, L. C. (2003). Using activity theory as an analytical lens for examining technology professional development in schools. *Mind, Culture, and Activity*, 10 (2), pp. 100 – 119.

Yamagata – Lynch, L. C. & Haudenschild, M. T. (2009). Using activity systems analysis to identify inner contradictions in teacher professional development. *Teaching and Teacher Education*, 25 (3), pp. 507 – 517.

Yerrick, R. K.; Doster, E.; Nugent, J. S.; Parke, H. M. & Crawley, F. E. (2003). Social interaction and the use of analogy: An analysis of preservice teachers' talk during physics inquiry lessons. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (5), pp. 443 – 463.

Yoon, C. – H. (2009). Self-regulated learning and instructional factors in the scientific inquiry of scientifically gifted Korean middle school students. *Gifted Child Quarterly*, 53 (3), pp. 203 – 216.

Yus, R. (1993). Entre la cantidad y la calidad. *Cuadernos de Pedagogía*, 220, pp. 64 – 77

Zanting, A. (2001). *Mining the mentor's mind: The elicitation of mentor teachers' practical knowledge by prospective teachers*. Tesis Doctoral, Universidad de Leiden. Leiden, NL.

Zeichner, K. (2005). Becoming a teacher educator: a personal perspective. *Teaching and Teacher Education*, 21 (2), pp. 117 – 124.

Zeidler, D. L. (1997). The central role of fallacious thinking in science education. *Science Education*, 81, pp. 483 – 496.

Zemal–Saul, C. (2009). Learning to teach elementary school science as argument. *Science Education*, 93, pp. 687 – 719.

Zohar, A. & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (1), pp. 35 – 62.