



Universitat Autònoma de Barcelona

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  http://cat.creativecommons.org/?page_id=184

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <http://es.creativecommons.org/blog/licencias/>

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>

Tesis doctoral

El docente como *maker*

La formación del profesorado en making educativo

Susanna Tesconi

Directora:
Dra. María Alejandra Bosco
Paniagua

Doctorado en Educación
Departamento de pedagogía aplicada



Abril 2018

A todas las personas que dedican su vida a generar oportunidades
para el aprendizaje y la creación de conocimiento.

Agradecimientos

La elaboración de esta tesis doctoral ha sido un proceso largo, intenso, difícil y placentero que no hubiera sido posible sin el acompañamiento, el cariño y las aportaciones de muchas personas, a las cuales quiero agradecer su participación en esta aventura.

Antes que nada, quiero agradecer por su entrega, su confianza, su alegría y su sabiduría al alumnado y al profesorado que han participado en esta investigación.

Al equipo del centro de producción de LABoral Centro de Arte y Creación Industrial de Gijón, por convivir con el “caos generado” por muchos pequeños aprendices experimentando.

A la Dirección de Formación Profesional, Desarrollo Curricular e Innovación Educativa de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte del Principado de Asturias, especialmente a Carmen Oviés, por tener el coraje “institucional” de emprender caminos disruptivos.

A los compañeros y compañeras del *FabLearn Fellowship*, por las conversaciones inspiradoras, las críticas y el entusiasmo con el que me han enseñado a aprovechar los *hypes* tecnológicos en el rescate de pedagogías libertarias.

A todas las personas que desde la comunidad *maker* trabajan para generar ocasiones de aprendizaje y abrir el acceso al conocimiento, especialmente a Oscar Ciuro, Sara Alvarellos, Cesar Saez, Nerea Díaz y Karim Asry.

A mis compañeras y compañeros de viaje, especialmente Lucía Arias, por tejer y alimentar redes entre actores tan diversos, David Pello y Luis Díaz por generar un espacio que acompaña con con amabilidad el desarrollo de aprendizajes y finalmente Pia Capisano, Daniel Miracle y Laura Malinverni por estar y generar con amor ideas y saberes.

A mi familia, especialmente mi bisabuela Amalia y mi madre Annarosa, por transmitirme amor hacía la educación y la pedagogía, mi padre Giovanni, por hacerme entender la belleza y la necesidad del diseño y de las artes, Susana Merani por inspirarme a vivir investigando, Mario Ricci por devolverme el amor hacia la escritura que una descuidada docente me robó cuando era pequeña.

A Víctor Enrich por la infinita paciencia, por su amor, sus cuidados y ánimos sin los que este trabajo no hubiera sido posible.

A todas estas personas mi más sincero agradecimiento

Grazie

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	11
INTRODUCCIÓN	13
1 MARCO TEÓRICO	24
1.1 Making: crear artefactos para generar conocimiento compartido	25
1.1.1 El maker mindset	27
1.1.2 La infraestructura: fablabs, makerspaces y las comunidades virtuales	28
1.1.3 Las herramientas	30
1.2 El making en educación	34
1.2.1 La aproximación al aprendizaje	35
1.2.2 Experiencias de aprendizaje centrado en el making y DIY	36
1.2.3 El Making y el Construccinismo de Papert	40
1.3 El docente como diseñador de entornos	44
1.3.1 Learning Design	44
1.4 La formación del profesorado como “zona de innovación”	49
1.4.1 Estrategias	52
1.5 Formación de profesorado a través del diseño de aprendizajes	56
1.6 Interconnected Model of Professional Growth (IMPG): un modelo para el estudio de la formación docente a través de procesos de diseño	59
2 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	62
2.1 Objetivos	62
2.2 Preguntas de investigación	63
2.3 Enfoque metodológico	63
2.3.1 Design Based Research	63
	2

2.3.2	Justificación metodológica	67
2.4	Contexto	69
2.4.1	La evolución del programa educativo de LABoral Centro de Arte y Creación Industrial	70
2.4.2	AuLAB	73
2.5	Fases de la investigación	74
2.5.1	Estudio del proceso de diseño (EPD)	76
2.5.2	Estudio del crecimiento profesional (ECP)	78
2.6	Participantes en el Estudio del proceso de diseño (EPD)	79
2.6.1	Profesorado	79
2.6.2	Expertos/as	80
2.6.3	Equipo del Departamento de Educación LABoral Centro de Arte y Creación Industrial	81
2.6.4	Investigadora/facilitadora	82
2.7	Participantes en el Estudio del crecimiento profesional (ECP)	83
2.8	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	86
2.8.1	Observación participante	86
2.8.2	Diario reflexivo de la investigadora	87
2.8.3	Análisis de artefactos	88
2.8.4	Porfolios	88
2.8.5	Revisión documental	89
2.8.6	Contribución de expertos	90
2.8.7	Entrevistas en profundidad	96
2.8.8	Organización de los datos recogidos	97
2.9	Análisis de datos	99
2.9.1	Análisis del proceso de diseño (EPD)	99
2.9.2	Análisis enfocado a la comprensión del crecimiento profesional (ECP)	102
3	RESULTADO 1: EL ENTORNO DE FORMACIÓN DOCENTE EN MAKING EDUCATIVO	112
3.1	El diseño preliminar	112
3.1.1	Aproximación de la cultura <i>maker</i> hacia el aprendizaje como inspiración para el diseño	113
3.1.2	La teoría <i>construccionista</i> del aprendizaje de Papert	115
3.1.3	El docente como diseñador de entornos: las dimensiones de la práctica docente como ámbitos de actuación de la acción formativa	117

3.1.4 La formación docente como practica de co-diseño	119
3.2 Estructura, contenidos y dinamización del entorno de formación en making educativo	121
3.2.1 Iniciación	122
3.2.2 Contenidos y actividades	124
3.2.3 Elaboración de una propuesta de proyecto	128
3.2.4 Formación en acción	129
4 RESULTADO 2: LA RECONSTRUCCIÓN DEL PROCESO DE ADAPTACIÓN PROGRESIVA DEL DISEÑO Y LOS NÚCLEOS PROBLEMÁTICOS	132
4.1 Núcleos problemáticos y decisiones de diseño de la primera implementación (IMP1)	132
4.1.1 Núcleo problemático 1 (NP1): Actitudes tecnofóbicas del profesorado a la hora de empezar a utilizar las herramientas del laboratorio	132
4.1.2 Decisión de diseño 1: Introducción de una iniciación intensiva al uso de las herramientas, más centrada en la construcción de habilidades	134
4.1.3 Núcleo problemático 2 (NP2): Dificultad a la hora de idear actividades para el alumnado con los recursos presentados	135
4.1.4 Decisión de diseño 2 (DD2): Incremento de la estructuración del proceso de ideación	138
4.1.5 Núcleo problemático 3 (NP3): dificultad a la hora de activar procesos de indagación y aprendizaje autónomo	139
4.1.6 Decisión de diseño 3 (DD3): Elaboración de un repositorio de recursos técnicos, proyectos e ideas para la elaboración de proyectos	141
4.1.7 Núcleo problemático 4 (NP4): Sensación de ansiedad por la pérdida del control sobre la gestión de la clase	142
4.1.8 Decisión de diseño 4 (DD4): Acompañamiento y escucha individual	144
4.1.9 Núcleo problemático 5 (NP5): Actitudes intervencionistas a la hora de acompañar el proceso creativo del alumnado	144
4.1.10 Decisión de diseño 5 (DD5): Favorecer una actitud observadora a través de la elaboración conjunta de plantillas para la observación	146
4.1.11 Núcleo problemático 6 (NP6): Dificultades a la hora de producir documentación	147
4.1.12 Decisión de diseño 6 (DD6): Simplificación de la tarea de documentación de las sesiones	149
4.1.13 Núcleo problemático 7 (NP7): La documentación falta totalmente del componente reflexivo y pedagógico	149
4.1.14 Decisión de diseño 7 (DD7): Lecturas y elaboración de textos reflexivos	150
4.1.15 Núcleo problemático 8 (NP8): Escasa madurez de los proyectos ideados	151
4.1.16 Decisión de diseño 8 (DD8): Dinámicas de reflexión colectiva (studio approach)	153
4.2 Evaluación de las decisiones de diseño de la primera implementación (IMP1)	154

4.2.1 Evaluación decisión de diseño 1 (DD1): Proporcionar una experiencia de creación más intensa en la Iniciación	154
4.2.2 Evaluación decisión de diseño 2: Una mayor estructuración en la fase de ideación	155
4.2.3 Evaluación decisión de diseño 3: Creación de un repositorio de recursos	157
4.2.4 Evaluación decisión de diseño 4 (DD4): Apoyo a la gestión emocional	158
4.2.5 Evaluación decisión de diseño 5 (DD5): Elaboración conjunta de plantillas de observación	159
4.2.6 Evaluación decisión de diseño 6 DD6: Simplificación de la tarea de documentación	161
4.2.7 Evaluación decisión de diseño 7 (DD7): Lecturas de textos reflexivos	162
4.2.8 Evaluación decisión 8: Dinámicas de reflexión colectiva	163
4.3 Núcleos problemáticos y decisiones de diseño IMP2	164
4.3.1 Núcleo problemático 6 (NP6): Resistencias del profesorado a la hora de producir documentación de las sesiones	164
4.3.2 Decisión de diseño 10 (DD10): Responsable de la documentación	164
4.3.3 Núcleo problemático 7 (NP7): Documentación no reflexiva que no se integra en la evaluación	165
4.3.4 Núcleo problemático 9: Los docentes no utilizan las observaciones recogidas con las plantillas como un instrumento a la hora de adaptar la acción educativa	165
4.3.5 Decisión de diseño 9 (DD9): Dinámicas reflexivas sobre el tema de documentación/evaluación	166
4.4 Evaluación decisiones de diseño IMP2	166
4.4.1 Evaluación decisión de diseño 9 (DD9): Dinámicas reflexivas sobre el tema de documentación/evaluación	166
4.4.2 Evaluación decisión de diseño 10: Responsable de la documentación	167
4.5 Núcleos problemáticos y decisiones de diseño Implementación 3 IMP3	168
4.5.1 Nucleo Problematico 7 (NP7): La documentación no reflexiva	168
5 RESULTADO 3: LOS PRINCIPIOS DE DISEÑO	171
5.1 Principio de diseño 1 (PD1): Establecer pautas generales para la indagación previa al diseño de actividades	171
5.2 Principio de diseño 2 (PD2): Crear andamiaje para el diseño de experiencias centradas en el alumno	172
5.3 Principio de diseño 3 (PD3): Generar una experiencia de iniciación basada en un flujo preestablecido de actividades cautivadoras	173
5.4 Principio de diseño 4 (PD4): Crear repositorios de proyectos de <i>making</i> educativo	174
5.5 Principio de diseño 5 (PD5): Proporcionar herramientas para la gestión emocional	175

5.6 Principio de diseño 6 (PD6): Co-diseñar instrumentos para estructurar la observación de la actividad	177
5.7 Principio de diseño 7 (PD7): Crear andamiaje para la generación de documentación	178
5.8 Principio de diseño 8 (PD8): Promover procesos reflexivos sobre el enfoque metodológico utilizado	179
5.9 Resultados del proceso de validación de los principios de diseño a través de la contribución de expertos	182
6 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES EPD	183
6.1 Dimensión del diseño de aprendizajes	184
6.2 Dimensión de facilitación	187
6.3 Dimensiones de evaluación y documentación	188
7 RESULTADOS DEL ESTUDIO DEL CRECIMIENTO PROFESIONAL (ECP)	196
7.1 Bea: el descubrimiento del aprendizaje cooperativo	196
7.1.1 Contexto	196
7.1.2 Secuencia del crecimiento profesional percibido por Bea	197
7.1.3 La motivación de Bea	198
7.1.4 La dificultad percibida por Bea	200
7.2 Macu: “el revulsivo total”	202
7.2.1 Contexto	202
7.2.2 La secuencia del crecimiento de Macu	204
7.2.3 La motivación de Macu	205
7.2.4 La dificultad de Macu	206
7.3 Cristina: la importancia de la creatividad	208
7.3.1 La secuencia del crecimiento profesional de Cristina	209
7.3.2 La motivación de Cristina	210
7.3.3 La dificultad de Cristina	212
7.4 Alicia: La importancia de la escucha	214
7.4.1 Contexto	214
7.4.3 La dificultad de Alicia	216

7.4.4 La motivación de Alicia	218
8 DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES DE ECP	220
8.1 ¿Cómo se desarrolla el proceso de crecimiento personal percibido por los docentes?	220
8.2 ¿Qué elementos motivan al docente a incorporar el enfoque propuesto por el entorno de formación en <i>making</i> educativo?	221
8.3 ¿Qué elementos bloquean o dificultan la incorporación del enfoque propuesto?	223
9 CONCLUSIONES	228
9.1 ¿Qué acciones formativas fomentan en el docente el desarrollo de un estilo de enseñanza basado en el diseño de aprendizajes?	231
9.1.1 El co-diseño de entornos de aprendizajes como formación docente	231
9.1.2 Experiencias directas de creación de artefactos	233
9.1.3 Técnicas y estrategias para la ideación de proyectos (entender la complejidad)	234
9.1.4 Recursos transformacionales	235
9.2 ¿Cómo se construye y fortalece en el profesorado la competencia de facilitador de experiencias creativas a través del diseño y creación de artefactos?	235
9.2.1 Fomento de la observación	236
9.2.2 Actividad formativa y disfrute	236
10 LÍNEAS FUTURAS	238
10.1 <i>Making</i> en la formación inicial profesorado	238
10.2 Laboratorios ciudadanos y las comunidades de prácticas	238
10.3 El docente como diseñador de artefactos educativos	239
4. REFERENCIAS	242
ANEXOS	252

Índice de Tablas

<i>Tabla 1</i>	33
Tabla 2.....	84
Tabla 3.....	93
Tabla 4.....	94
Tabla 5.....	98
Tabla 6.....	102
Tabla 7.....	104
Tabla 8.....	126
Tabla 9.....	127
Tabla 10.....	128
Tabla 11.....	133
Tabla 12.....	137
Tabla 13.....	140
Tabla 14.....	143
Tabla 15.....	145
Tabla 16.....	148
Tabla 17.....	149
Tabla 18.....	152
Tabla 19.....	155
Tabla 20.....	156
Tabla 21.....	157
Tabla 22.....	158
Tabla 23.....	159
Tabla 24.....	161
Tabla 25.....	162
Tabla 26.....	163
Tabla 27.....	164
Tabla 28.....	165
Tabla 29.....	165
Tabla 30.....	166
Tabla 31.....	167

Tabla 32.....	168
Tabla 33.....	170
Tabla 34.....	181
Tabla 35.....	182
Tabla 36.....	183

Índice de Figuras

Figura: 1 Elementos constitutivos del movimiento maker	27
Figura: 2 IMPG, Interconnected Model of Professional Growth, adaptado de Van Driel (2010).....	59
Figura: 3 Dinámica de funcionamiento de la DBR. Fuente Fraefel (2014).....	65
Figura: 4 Aproximación de la cultura maker al aprendizaje	113
Figura: 5 Dimensiones de la práctica docente como diseño de aprendizajes.....	119
Figura: 6 Características de la formación docente a través del diseño de aprendizaje	121
Figura7: Ficha resumen PD1	172
Figura: 8 Ficha resumen PD2	173
Figura: 9 Ficha resumen PD3	174
Figura: 10 Ficha resumen PD4	175
Figura: 11 Ficha resumen PD5	176
Figura: 12 Ficha resumen PD6	178
Figura: 13 Ficha resumen PD7	179
Figura: 14 Ficha resumen PD8	180
Figura: 15 Secuencia del crecimiento profesional percibido por Bea	197
Figura: 16 Secuencia del crecimiento profesional percibido por Macu	204
Figura: 17 Secuencia del crecimiento profesional percibido por Cristina.....	209
Figura: 18 Secuencia del crecimiento profesional percibido por Alicia	215

Introducción

El presente trabajo de investigación, titulado *El docente como maker. La formación del profesorado en making educativo*, tiene sus orígenes en el contexto de mi propia vida profesional.

Todo comienza en una pequeña escuela pública de primaria de la ciudad de Pisa, Italia. Era la Escuela Don Lorenzo Milani, donde a principios de la década del 2000 yo, como muchos otros docentes, vivía una de las primeras implementaciones masivas de la tecnología en las aulas. Como en muchos otros países, la administración equipó a los centros escolares con ordenadores, proyectores de vídeo y herramientas audiovisuales y pidió al profesorado, sin casi proporcionarle formación, que empezara a integrar estas herramientas en el trabajo con el alumnado.

Al ser una de las docentes más jóvenes del centro escolar y al tener un mínimo de experiencia en el uso de ordenadores y videocámaras, se me asigna el puesto de Coordinadora del Laboratorio de Informática. De esta forma comienzo a gestionar equipos informáticos, *softwares* y a pensar propuestas para el trabajo con el alumnado.

Por aquel entonces, las recomendaciones del Ministerio de Educación con relación a la enseñanza de la informática se limitaban a la alfabetización con herramientas de ofimática, en específico el paquete *Microsoft Office®*. Se requería que el alumnado de primaria aprendiera a usar procesadores de texto, programas de dibujo y a gestionar archivos.

Desde el primer momento tuve la sensación de que lo que estábamos haciendo no era adecuado: estábamos proporcionando un aprendizaje meramente instrumental que no permitía al alumnado conocer y comprender en profundidad el funcionamiento de los dispositivos que utilizábamos. También notaba como, día tras día, la difusión de dispositivos entre los alumnos, como, por ejemplo, las consolas Nintendo, se hacía más común y condicionaba su comportamiento en

los momentos de ocio sin que tuvieran herramientas para entender y gestionar su impacto.

La cultura de trabajo en la Escuela Don Milani se basaba y se basa en un enfoque basado en una metodología activa, vivencial, participativa y crítica. Las actividades se organizan por proyectos transdisciplinarios y se trabaja con el alumnado de forma participativa, involucrando la comunidad escolar a todos los niveles. Lamentablemente, en lo que a la integración de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) se refiere no sabíamos cómo generar entornos de aprendizaje que se basaran en la misma filosofía.

En aquel el momento decidí profundizar mi conocimiento en tecnología con el objetivo de acompañar a mis alumnas y alumnos en el desarrollo de sus propios dispositivos, con la idea de que fueran creadores de artefactos más que meros usuarios. Pedí una excedencia y comencé un Postgrado de Diseño de Interacción en la Escola Elisava de Barcelona. Allí empecé a conocer más a fondo el diseño de artefactos y la creación digital; aprendí a programar, a diseñar circuitos, aplicaciones e interfaces. Pero, sobre todo, entré en contacto con las comunidades de desarrollo de *software* y *hardware* libre y me sumergí en la emergente cultura del *Do it yourself* (DIY) y del *maker movement*. De este modo experimenté en primera persona un proceso de democratización del conocimiento tecnológico, basado en la co-creación y la generación de conocimiento compartido.

Ya estaba muy lejos de la ofimática y del paquete *Microsoft Office*® y veía claramente las potencialidades y el valor que este tipo de experiencia significa en el contexto educativo. Decidí entonces profundizar más y comenzar, por un lado, a diseñar e implementar experiencias educativas de creación de y con tecnología inspiradas en los entornos *maker* y el DIY; por el otro, comencé a formarme en investigación en educación. Esta decisión me llevó a cursar el Máster de Investigación en Educación de la Universitat Autònoma de Barcelona, cuyo trabajo final es una primera aproximación al estudio objeto de la tesis doctoral.

En 2012, en el marco de una estancia en LABoral Centro de Arte y Creación

Industrial de Gijón, comencé a trabajar con un grupo de docentes en el desarrollo de kits educativos y entornos de aprendizaje para estudiantes de primaria y secundaria, todo ello en el contexto del laboratorio de fabricación digital fabLAB Asturias. Este fue el origen de la investigación objeto de la tesis doctoral la cual está centrada en el diseño de un entorno de formación docente en *making* y DIY y el punto de partida del Programa auLAB, organizado en LABoral en colaboración con la Consejería de Educación, Cultura y Deporte de Asturias. Este programa utiliza, entre otras cosas, el diseño y la fabricación digital, para promover cambios metodológicos en el profesorado.

El *making*, la filosofía del DIY así como la fabricación digital se han ido difundiendo a nivel mundial en los últimos 10 años. Son experiencias relativamente nuevas y su implementación en contextos educativos lo es aún más. Por esta razón, durante el diseño y el desarrollo de la investigación, he tenido que buscar referentes entre aquellos educadores que, a nivel mundial, habían sido pioneros en su implementación. La búsqueda me llevó a conocer y ser parte de la red *FabLearn*, impulsada por el *Transformative Learning Technologies Lab* de la Universidad de Stanford. Esta red investiga acerca del diseño de entornos de aprendizaje basados en el *making* y en usos críticos, inclusivos y creativos del prototipado rápido electrónico y de la fabricación digital.

La participación en la red *FabLearn Fellowship* me ha permitido compartir, contrastar y problematizar, a lo largo de todo el proceso, las aproximaciones, los análisis y las interpretaciones con otros educadores y con investigadores que trabajan en labores similares.

Justificación del problema

La vida en el mundo globalizado de la sociedad del conocimiento está en parte moldeada y determinada por la utilización continua y ubicua de artilugios tecnológicos. La interacción con dispositivos electrónicos ocupa buena parte de nuestras vidas y condiciona, además, parte de nuestras decisiones, procesos cognitivos y relaciones, sin que tengamos un conocimiento adecuado acerca de

su estructura y funcionamiento o sin que podamos intervenir en su diseño y realización.

A la luz de los más recientes desarrollos y movimientos de democratización del acceso a la tecnología, como la difusión a nivel general de las herramientas de prototipado rápido y de los laboratorios de fabricación digital *FabLabs*, el futuro de los artefactos tecnológicos de uso común se ve determinado cada vez más por el usuario final. Este usuario final puede aprovechar estos nuevos instrumentos con el fin de pensar, diseñar, “hackear” o construir objetos y dispositivos mientras genera conocimiento compartido.

Este movimiento es conocido con el nombre de *maker movement* o *maker culture* y se basa en la filosofía del *Do It Yourself (DIY)*. Esta consiste en la idea de que cualquier persona puede diseñar y crear sus propios artilugios gracias al acceso a conocimiento tecnológico compartido y a técnicas de fabricación digital y analógica como el *CAD (computer aided design)*, diseño por ordenador, el prototipado rápido y el *tinkering*.

En los últimos 10 años hemos asistido a cómo gracias a Internet se ha democratizado el mundo de la comunicación, por lo menos en una parte del planeta. Esto permite a cualquier persona publicar, generar contenidos, transmitir vídeo y aprovechar herramientas y lenguajes que antes estaban reservados a profesionales. Internet ha permitido ampliar la participación en la producción de contenidos digitales, ha abierto el acceso al mundo de los *bits*. El *maker movement* está extendiendo esta tendencia a la producción de artefactos en el mundo físico (Anderson, 2012). Se habla de una tercera revolución industrial, de un cambio en el modo de producción, de fabricación personal, de extensión de la Web 2.0 de los bits a los átomos.

A new digital revolution is coming, this time in fabrication. It draws on the same insights that led to the earlier digitizations of communication and computation, but now what is being programmed is the physical world rather than the virtual one. Digital fabrication will allow individuals to design and produce tangible objects on demand, wherever and

whenever they need them. Widespread access to these technologies will challenge traditional models of business, aid, and education (Gershenfeld, 2012, p.1).

Las implicaciones del *maker movement* afectan a diferentes ámbitos de la sociedad y están modificando la forma que tenemos de producir artefactos y emprender negocios. Asimismo, el *maker movement* está afectando a las dinámicas de creación de conocimiento compartido.

En el presente estudio se concibe el *making* como una práctica educativa emergente basada en la indagación. En este sentido, nos referimos al *making* como una oportunidad de alimentar la capacidad de experimentación, fomentar la iniciativa, la autoría en el diseño y la utilización de entornos o artefactos, así como la oportunidad de fomentar una evolución de las relaciones educativas hacia un intercambio más fluido entre expertos y aprendices. La idea es fomentar una evolución mediante la cual el usuario de tecnología se convierte en creador *con* y *de* tecnología; de cliente de aparatos a ciudadano, capaz de actuar críticamente en relación con el uso de artilugios y sistemas tecnológicos.

El *making*, como conjunto de herramientas, físicas y formativas, como entorno para el aprendizaje y la creación, así como movimiento para la democratización del acceso al conocimiento tecnológico, tiene un potencial transformador de las prácticas educativas relacionadas con usos creativos de la tecnología. En los últimos 5 años ha aparecido en la literatura un número abrumador de artículos y estudios dedicados al fenómeno de la educación basada en el *making*, o *makerED*, y de los posibles beneficios de su implementación en el ámbito de la educación formal (Blikstein, 2013; Martinez & Staiger, 2016; Peppler, Halverson & Kafai, 2016). Hay consenso en reconocer el potencial del *making* como motor de cambio de las prácticas educativas vinculadas con la tecnología. Esto será así, siempre y cuando su implementación venga acompañada de una acción docente compatible con su filosofía y de una aproximación constructorista y constructivista.

Tal como señala Blikstein (2013) la introducción de las herramientas de

fabricación digital de libre acceso y de las prácticas *maker* no es condición suficiente para la generación de entornos de aprendizaje reflexivos, vivenciales, centrados en el estudiante, que permitan aprender a través de la creación y co-creación de artefactos significativos mientras se genera conocimiento compartido. Para ello es necesario acompañar la implementación del *making* en las aulas con acciones de formación docente. Estas acciones, a parte de introducir los nuevos conocimientos tecnológicos y las nuevas herramientas, deben permitir la exploración y el desarrollo de estilos de enseñanza basados en el diseño de entornos de aprendizaje, en el rol docente como facilitador y en la documentación de la experiencia (Smith, Iversen & Hjorth, 2015).

Por esta razón, la finalidad del presente estudio es generar un entorno de formación docente en *making* que permita reforzar en el profesorado participante aquel conjunto de saberes y actitudes necesarias para ejercer de facilitador de procesos creativos y de investigación en contextos ricos en tecnología.

A ese fin se quiere:

- diseñar e implementar un entorno de aprendizaje para la formación docente (de primaria y secundaria) inspirado en la filosofía del DIY y potenciado por las herramientas, los conocimientos y la infraestructura comunitaria del movimiento *maker*.

De esta forma, se quieren recoger las oportunidades educativas y emancipatorias proporcionadas por el movimiento *maker* para concretarlas en acciones formativas basadas en la reflexión en la acción, la indagación y la creación colectiva de conocimiento.

El diseño del entorno busca el desarrollo del docente como facilitador de aprendizajes experienciales en contextos enriquecidos por herramientas de tecnología creativa por ejemplo la fabricación digital y el prototipado rápido.

La investigación se sitúa en el marco metodológico de la *Design-Based Research* (DBR) o Investigación basada en el diseño. La DBR es una metodología sistemática y flexible que se propone mejorar las prácticas educativas a través

del análisis reiterativo del diseño de programas y de su implementación. Se basa en la colaboración entre investigadores y profesionales. Actúa en el contexto de la intervención y conduce a la producción de pautas para el diseño y la elaboración de patrones o principios para su transferencia (Wang & Hannafin, 2005).

A través de varios ciclos de diseño, se elabora y se implementa un entorno de aprendizaje para la formación continua del profesorado en *making* educativo. El entorno está definido por un conjunto de *principios de diseño (design principles)* o *patrones pedagógicos* que emergen del análisis de la puesta en marcha del entorno en cuatro implementaciones.

Una vez llevado a cabo el proceso de diseño del entorno, se procede al análisis retrospectivo del conjunto de los datos recogidos en las distintas implementaciones y se realizan entrevistas en profundidad con una muestra intencional de docentes. La finalidad es analizar y comprender la naturaleza y el desarrollo o crecimiento profesional de los docentes participantes en base al IMPG (*Interconnected Model of Professional Growth*) de Clarke & Hollingsworth (2002) y Van Driel (2010). Este es un modelo para el estudio de la formación docente a través de procesos de diseño.

Durante la elaboración de la tesis doctoral se han presentado las siguientes comunicaciones en congresos nacionales e internacionales:

- *The transformative potential of Making in teacher education*
HCI International 2015 Conference Los Angeles California 5-7 agosto 2015
- *El Potencial transformador de la cultura Maker y de la filosofía DIY en la formación del profesorado*
SEP XVI Congreso Nacional y VII Iberoamericano de Pedagogía, junio 2016.
- *El Potencial transformador de la cultura Maker y de la filosofía DIY en la formación del profesorado*
DIYlab Focusing on the learner International Symposium, 4 noviembre 2016 Barcelona.

Asimismo, los resultados preliminares de la presente investigación se han comunicado en las siguientes publicaciones científicas (Anexos 2):

Tesconi, S. (2017). Teacher Training in making through the co-design of learning environments. *Universitas tarraconensis: Revista de ciències de l'educació*, (2), 6-17.

Tesconi, S., & Arias, L. (2015, August). The Transformative Potential of Making in Teacher Education: A Case Study on Teacher Training Through Making and Prototyping. In *International Conference on Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions* (pp. 119-128). Springer, Cham.

Además, se ha hecho difusión los resultados preliminares y las aproximaciones extraídas a través de la siguiente publicación divulgativa (Anexos 2):

Tabakalera Centro Internacional de Cultura Contemporánea (2017). *Del aula al laboratorio. Buenas prácticas para la creación de laboratorios en ámbito educativo* https://issuu.com/tabakalera/docs/ikasgelatik_es_baja_1_/50

Primera parte

Planteamiento de la investigación

1 Marco teórico

El marco teórico de la investigación se construye alrededor de tres ejes:

1. Una exploración de los elementos constitutivos de la cultura *maker* y sus aplicaciones en contextos educativos.
2. La exploración del concepto de diseño de aprendizajes (*Learning Design*) y del docente como diseñador de entornos.
3. Una revisión de la literatura disponible sobre estrategias de formación docente basadas en el diseño de entornos de aprendizaje.

Se analiza el fenómeno de la cultura *maker* con la intención de explicitar los elementos que la caracterizan, tales como su filosofía o *forma mentis*, las infraestructuras, los entornos y las herramientas. También se analiza el fenómeno del *making* en los contextos educativos. El objetivo es comprender su aproximación hacia el aprendizaje, sus vinculaciones teóricas y antecedentes pedagógicos y explorar ejemplos de entornos de aprendizaje para la formación docente en educación centrada en *making (makerED)*.

Tal como se adelantaba en la introducción, la implementación de entornos de aprendizaje basados en el *making* parece ser más efectiva si va acompañada por una acción docente basada en el diseño de entornos de aprendizajes y en la facilitación de experiencias de creación en vez de la mera transmisión de información y la mera instrucción (Blikstein, 2013). Esto nos lleva a tener que redefinir, o, por lo menos, a problematizar el rol del docente en estos entornos. Con esa finalidad, en el marco teórico se explora el concepto, las prácticas y el marco descriptivo del *Learning Design* para sentar las bases para la definición del perfil docente que el entorno de formación, objeto del estudio, quiere fomentar.

La redefinición del docente como diseñador de entornos y facilitador de experiencias creativas conduce a repensar y replantear estrategias para su formación. Por esa razón se proporciona una revisión de la literatura disponible sobre el tema de la formación docente en tecnología y se explora el concepto de

formación docente como “zona de innovación” así como el concepto y las prácticas de formación docente a través del co-diseño de entornos de aprendizajes.

1.1 Making: crear artefactos para generar conocimiento compartido

El *making* y la cultura *DIY* son fenómenos sociales muy complejos que abarcan diferentes ámbitos de la vida social y económica. En este apartado se resumen las ideas y las prácticas características del movimiento *maker* que son más significativas a para los contextos educativos. Asimismo, se proporcionan unas definiciones que nos pueden apoyar a la hora de establecer pautas para el diseño del entorno de formación. Además, con el fin de explorar las potencialidades que brinda al mundo de la educación, parece de extrema importancia entender cuál es la filosofía de fondo, la *forma mentis* que caracteriza sus dinámicas de funcionamiento.

En literatura se encuentran diferentes definiciones de *DIY*, *making* y *maker*, así como diferentes nombres para fenómenos que comparten características similares. Se habla de *digital fabrication*, *rapid prototyping*, *tinkering*, *hacking* como sinónimos, aunque cada connotación se refiere a aspectos diferentes de un mismo fenómeno. Mientras, por ejemplo, *digital fabrication* y *rapid prototyping* se refieren a las herramientas que utilizan, *tinkering*, *making* y *hacking*, caracterizan el fenómeno desde las dinámicas interpersonales que generan y con relación a la forma de interactuar con los artilugios involucrados, así como a la manera de crear conocimiento.

En el estudio optamos por el enfoque de *making* explicitado por la definición de Martin (2015, p.31):

A class of activities focused on designing, building, modifying, and/or repurposing material objects, for playful or useful ends, oriented toward making a “product” of some sort that can be used, interacted with, or demonstrated. Making often involves traditional craft and hobby techniques (e.g., sewing, woodworking, etc.), and it often involves the use of digital technologies, either for manufacture (e.g.,

laser cutters, CNC machines, 3D printers) or within the design (e.g., microcontrollers, LEDs).

Además, nos apoyaremos en la idea de *maker empowerment* para describir los aspectos formativos y constitutivos de la persona implicados en las prácticas comunitarias de creación de artefactos.

Maker empowerment: a sensitivity to the designed dimension of objects and systems, along with the inclination and capacity to shape one's world through building, tinkering, re/designing, or hacking (Agency by Design Project Zero, 2015, p.5).

Simplificando de forma significativa la complejidad implicada por la difusión del *making* y de sus prácticas, podríamos decir, readaptando la reconstrucción de Martin (2015), que el movimiento *maker* resulta de la interacción de los tres elementos fundamentales elencados a continuación y resumidos en la Figura 1:

1. El *maker mindset*, una *forma mentis*, un conjunto de valores, creencias, disposiciones que caracterizan el pertenecer a la comunidad *maker*.
2. Una infraestructura comunitaria que incluye recursos *online*, así como espacios (laboratorios *fabLABs*, *makerspaces*, *hackspaces*) para la interacción personal, la creación colectiva y la organización de eventos.
3. Un conjunto de herramientas, digitales y analógicas, que incluye máquinas de fabricación digital, prototipado rápido, microprocesadores de bajo coste y maquinaria tradicional.



Figura: 1 Elementos constitutivos del movimiento maker

1.1.1 El maker mindset

En la reconstrucción de Dougherty (2013) la *forma mentis* de la cultura *maker* se denomina *maker mindset* y se basa, sintetizando, en las siguientes ideas:

1. El *making* es una práctica humana que se origina a partir de un interés individual en querer crear algún artefacto, un entorno o un sistema que sea significativo para la persona que lo crea y para su entorno. El motor que lo alimenta es la actitud lúdica. Dougherty (2013) define al *maker* como una persona que juega con la tecnología para aprender sobre ella.
2. El *making* es una práctica que fomenta una actitud positiva alrededor de la adquisición del conocimiento. La motivación generada por el interés personal y por la libre elección fomenta el aprendizaje de las habilidades y conocimientos necesarios para seguir creando. El aprendiz se responsabiliza y elige su propio camino de aprendizaje.
3. La cultura *maker* valora el fracaso como recurso fundamental, atribuyéndole el valor positivo a la hora de activar nuevos procesos de

aprendizaje. Bajo el lema *failing is the new winning*, (fracasar es el nuevo ganar), transforma el estigma social del fracaso en un valor positivo de la experiencia creativa.

4. El *making* es una práctica altamente colaborativa que se basa en compartir ideas y proyectos y en apoyar a los demás en sus procesos de creación. El Movimiento *Maker* se caracteriza como una *knowledge building community* (Scardamalia & Bereiter, 2006), una comunidad que, como la comunidad científica, trabaja de forma colaborativa para generar y compartir conocimiento.

1.1.2 La infraestructura: fablabs, makerspaces y las comunidades virtuales

La fabricación digital o fabricación asistida por ordenador consiste en un conjunto de técnicas de creación digital y fabricación. Opera con programas y máquinas que permiten convertir un diseño digital, o sea, un conjunto de datos, en un objeto físico. Su origen se halla en 1952, cuando investigadores del MIT, *Massachusetts Institute of Technology*, conectaron por primera vez un ordenador a una máquina fresadora¹. Crearon así el primer dispositivo de control numérico, o sea, un actuador físico que opera en base a las instrucciones de un ordenador previamente programado para la tarea. A partir de este primer prototipo se pudo comenzar a conectar diferentes herramientas con plataformas controladas por ordenadores. De este modo, se genera un conjunto de máquinas que permiten realizar objetos a través de técnicas diversas tales como el corte láser² o la impresión 3D³.

Al principio de su desarrollo, este tipo de maquinaria tenía un coste muy elevado y necesitaba profesionales altamente especializados para su correcto funcionamiento. Por esa razón dicha maquinaria solo se podía encontrar en importantes instituciones universitarias, militares o plantas industriales.

¹ Fresadora - Wikipedia, la enciclopedia libre. Se recuperó el noviembre 8, 2017 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Fresadora>

² Corte con láser - Wikipedia, la enciclopedia libre. Se recuperó el noviembre 8, 2017 de https://es.wikipedia.org/wiki/Corte_con_l%C3%A1ser

³ Impresión 3D - Wikipedia, la enciclopedia libre. Se recuperó el noviembre 8, 2017 de https://es.wikipedia.org/wiki/Impresi%C3%B3n_3D

Actualmente, estas máquinas están disponibles para la ciudadanía en espacios que reciben el nombre de *makerspaces* o *FabLAB* y pueden ser utilizadas por usuarios sin conocimientos profesionales, incluso por niñas y niños.

Un *FabLAB* (acrónimo del inglés *Fabrication Laboratory*) es un espacio de producción de objetos físicos a escala personal o local que agrupa máquinas controladas por ordenador. Su particularidad reside en su tamaño, en su fuerte vinculación con la sociedad y en el hecho de que opera en base al principio: “*to empower, to educate, and to create ‘almost anything’*” (Nunez, 2010, p. 24).

La idea empieza a gestarse en 2001, en el marco de un curso denominado “*How to Make (almost) Anything*”. El curso fue impulsado por Neil Gershenfeld director del CBA, *Center for Bits and Atoms* del MIT *Massachusetts Institute of Technology*. En el año 2003 empieza la difusión de los laboratorios *FabLAB* en todo el mundo. Actualmente la red dispone de aproximadamente 1160 laboratorios distribuidos en los cinco continentes y, de estos, alrededor de 44 solo en territorio del estado español.

Dentro del contexto español, la ciudad de Barcelona tiene un importante papel en la implementación del formato *FabLAB*. A parte de ser la ciudad donde se abre el primer *FabLAB* del estado, desde el Ayuntamiento de Barcelona se han recogido los mismos valores y el mismo camino realizado para la construcción de los *FabLAB* para implementando en la ciudad una red de nuevos equipamientos llamados *Ateneos de Fabricación Digital*⁴. Estos espacios están pensados como lugares de encuentro en los que es posible diseñar, crear, establecer vínculos de unión y plantear problemas. También están pensados como lugares de transformación social. El planteamiento está muy vinculado a la educación, a la formación profesional, a la sostenibilidad, a las prácticas de co-diseño, a la generación de conocimiento compartido y al potenciamiento de la capacidad de actuación de las personas a través del uso activo de la tecnología en comunidad.

De forma paralela al desarrollo de la red oficial de laboratorios *fabLAB* y de los

⁴ <http://ateneusdefabricacio.barcelona.cat/>

Ateneos de Fabricación Digital, en los últimos años hemos asistido también a la difusión de los *makerspaces*. Estos son espacios informales para la creación en comunidad. Están caracterizados por una menor disponibilidad de recursos y una organización desvinculada de instituciones, universidades o compañías.

Otro elemento muy importante de la infraestructura comunitaria del movimiento *maker* son las comunidades virtuales y los repositorios de información que los *makers* utilizan y alimentan con el conocimiento que producen. Estas comunidades virtuales son, además, un lugar de encuentro e intercambio personal. Las plataformas más populares son *Fabwiki*⁵, el repositorio oficial de la red de fabLABs, *Instructables*⁶ y *Thingiverse*⁷. Estas comunidades permiten a los usuarios publicar o descargar proyectos, planos, archivos, instrucciones para la creación de artefactos digitales o analógicos y cuentan con un número abrumador de usuarios. Son el lugar de encuentro donde creadores y personas interesadas, publican, remezclan y hacen circular el conocimiento generado a través de las prácticas de *making*. Al lado de las comunidades *maker* encontramos también comunidades y plataformas de *making* para la educación, como *Fablearn*⁸ y *Breakerslab*⁹, plataforma de *making* educativo diseñada por la autora del presente estudio a partir de las pautas metodológicas extraídas de la presente investigación.

1.1.3 Las herramientas

Como se ha comentado al principio del presente capítulo, el estudio busca identificar los elementos que configuran el movimiento *maker*, su aproximación al aprendizaje y sus dinámicas de generación de conocimiento como inspiración para el diseño del entorno de formación. Por eso se quiere enfocar la descripción más hacia las dinámicas de aprendizaje que hacia las herramientas tecnológicas que se utilizan en entornos *maker*. Aún así parece útil proporcionar una descripción esquemática de las herramientas de fabricación digital, prototipado

⁵ http://wiki.fablab.is/wiki/Main_Page

⁶ <http://www.instructables.com/>

⁷ <http://www.thingiverse.com/>

⁸ "FabLearn." <http://fablearn.org/>. Se consultó el 15 ene.. 2017.

⁹ "Breakerslab." <http://breakerslab.org/>. Se consultó el 15 ene.. 2017.

rápido y computación física que facilitan la acción creadora de los *makers*.

Las herramientas utilizadas en el *making* pertenecen a una nueva categoría de instrumentos digitales que se caracteriza por proporcionar al usuario nuevas formas de interacción con el mundo físico, así como por multiplicar las oportunidades de aprendizaje. La mayoría de los aparatos o aplicaciones tecnológicas que las personas utilizan hoy en día funcionan de forma bastante sencilla, permitiendo al usuario un acceso rápido. La lógica de su funcionamiento se queda oculta, así como la información sobre el código que utiliza. Esta característica de *hardware* y *software* es conocida en literatura como *black box quality* y nos indica que la herramienta es un sistema cerrado, propietario, que se puede utilizar, pero no se puede modificar; no se puede acceder al código fuente y su utilización no permite ni entender su funcionamiento interno ni modificarlo (Resnick, Berg & Eisenberg, 2000).

Sin embargo, las herramientas más comúnmente utilizadas en el *making*, sobre todo las herramientas de prototipado rápido se caracterizan por ser abiertas, reproducibles y por proporcionar el acceso a la información necesaria para entender su funcionamiento y llevar a cabo modificaciones. En muchos casos se trata de herramientas fruto de investigaciones del *Lifelong Kindergarten* y del *Center for bits and Atoms* del MIT. Estas herramientas están diseñadas para permitir el acceso al conocimiento tecnológico profundo a través de su uso y modificación.

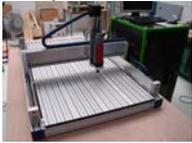
Se trata de *transformative tools*, herramientas transformacionales, que facilitan el aprendizaje de conceptos lógico-matemáticos, incorporan la comprensión de principios de diseño, permiten la experimentación científica y conducen a la construcción de nuevas estructuras cognitivas. Son herramientas que permiten crear otras herramientas; instrumentos que, de alguna forma, proporcionan conocimiento sobre su diseño y funcionamiento y abren el camino a la generación de artefactos significativos (Zuckerman, 2010).

En la Tabla 1, elaborada en parte a partir de la información proporcionada por Martin (2015), se resumen el funcionamiento y las aplicaciones de las

herramientas más comunes de un laboratorio de fabricación digital o fabLAB.

Tabla 1

Herramientas de un laboratorio de fabricación digital o fabLAB

Herramienta	Aplicaciones
<p>Cortadora de vinilo o papel</p> 	<p>Máquina controlada por ordenador que, a partir de un dibujo vectorial, corta papel o vinilo moviendo en las dos dimensiones una cuchilla adecuada al tipo de material. Se puede crear plantillas, pegatinas y esquemas para circuitos electrónicos.</p>
<p>Máquina de bordar digital</p> 	<p>Es una máquina de bordar controlada por ordenador que cose y borda según el dibujo que le pasamos desde un ordenador. Decoración, costura de circuitos electrónicos textiles.</p>
<p>Cortadora Láser</p> 	<p>A partir de un dibujo vectorial en dos dimensiones la máquina corta o graba varios materiales (madera, acrílico, espumas, tejido, gomas etc.) gracias a la acción de un láser montado sobre un cabezal accionado por motores controlados por ordenador. Puede grabar o cortar piezas de ensamblaje para construir desde pequeños objetos hasta muebles o grandes estructuras en diferentes materiales.</p>
<p>Máquina fresadora CNC</p> 	<p>Funciona a partir de modelos digitales en dos o tres dimensiones y permite a través de un proceso sustractivo, controlado por ordenador, modelar formas tridimensionales en madera, metal, espumas, plásticos, piedras. Sirve para modelar metales, crear moldes, joyería, ebanistería y carpintería.</p>
<p>Impresora 3D</p> 	<p>A partir de un modelo en 3D creado por una herramienta digital CAD (<i>computer aided design</i>) o del escaneado de un objeto se crea una sección horizontal del modelo. Una vez creado, la impresora va depositando, capa por capa, un filamento plástico fundido, siguiendo la forma del modelo. Permite crear piezas funcionales, figuras, elementos de decoración, bisutería, partes de juegos de mesa, componentes de aparatos, cajas para dispositivos electrónicos, etc.</p>
<p>Placas de prototipado rápido electrónico</p> 	<p>Una placa de prototipado rápido es un miniordenador programable que puede procesar la información procedente de sensores, interruptores, datos de Internet para enviarla a unos actuadores físicos como motores, LEDs, altavoces, pantallas etc. Se programa a través de un ordenador y de un determinado entorno de programación. Los modelos más populares son: Arduino, RaspberryPi, LittleBits, MaKey MaKey, PicoBoard. Se adaptan a diferentes edades y usos. Se emplean en la creación de objetos y entornos interactivos, esculturas cinéticas, juegos electrónicos, y, robótica, domótica etc.</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de la información proporcionada por Martin (2015)

1.2 El *making* en educación

Como señalan Vossoughi & Bevan (2015), desde un punto de vista educativo se pueden identificar tres tendencias fundamentales del *making* en sus prácticas formativas:

1. El *making* como herramienta formativa para la creación de empresa.
2. El *making* como acceso a la formación profesional en ciencia, tecnología, diseño e ingeniería conocidas también como disciplinas STEAM (*science, technology, engineering, art and design, mathematics*).
3. El *making* como práctica educativa basada en la indagación.

En los últimos años, grandes compañías del sector tecnológico, como Autodesk¹⁰, así como estudios de diseño y arquitectura se han equipado de herramientas de fabricación digital y prototipado para proporcionar a sus trabajadores la posibilidad de diseñar y fabricar prototipos para su lanzamiento en el mercado. En el contexto de las empresas *Startups*¹¹ también ha jugado un papel importante la aparición de espacios de fabricación digital como lugares donde diseñadores, desarrolladores e inventores diseñan, fabrican y prueban sus creaciones, ahorrando los tiempos y los costes del proceso de prototipado de los contextos industriales. En este sentido, los *makerspaces* o *techshops* son lugares donde se generan dinámicas de formación profesional (autodirigida o entre pares) basadas en el acceso a las herramientas y la convivencia de diferentes perfiles profesionales y niveles de experiencia.

Otra instancia del *making* como práctica formativa se encuentra en los contextos de educación formal sobre todo en relación con el estudio de las disciplinas

¹⁰ "Autodesk | Software de diseño 3D, ingeniería y entretenimiento." <https://latinoamerica.autodesk.com/>. Se consultó el 11 nov.. 2017.

¹¹ Los términos **empresa emergente**, **compañía emergente**, **compañía de arranque** y **compañía incipiente** se utilizan en el mundo empresarial aplicados a empresas que buscan arrancar, emprender o montar un nuevo negocio, y aluden a ideas de negocios que están empezando o están en construcción, y generalmente se trata de empresas emergentes apoyadas en la tecnología. Son ideas que innovan el mercado y buscan facilitar los procesos complicados, enfocadas a diferentes temas y usos. Generalmente son empresas asociadas a la **innovación**, al desarrollo de tecnologías, al **diseño web** o al **desarrollo web**, y son empresas de capital-riesgo. Fuente "Wikipedia, la enciclopedia libre." https://es.wikipedia.org/wiki/Empresa_emergente. Se consultó el 11 nov.. 2017.

STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) para fomentar el desarrollo de vocaciones hacia carreras universitarias del sector científico-tecnológico. En este caso lo que se busca con el *making* es abordar el estudio de las disciplinas científicas desde el trabajo práctico de ideación y creación, incorporando contenidos de las disciplinas a través del diseño y la fabricación de artefactos.

La tercera instancia del *making* como práctica formativa es sin duda la que es más relevante para el presente estudio. El *making*, como práctica educativa emergente basada en la indagación, tiene lugar en ámbitos educativos tanto formales como no formales e informales. A diferencia de las otras dos tendencias, para desarrollarse no necesita disponer de equipamiento tecnológico profesional. Puede tener lugar en escuelas, centros cívicos, bibliotecas, aulas o museos. Sus objetivos son: estimular el interés en las personas; reforzar el compromiso con el aprendizaje; usar de forma colaborativa instrumentos de indagación y creación de conocimiento compartido; fomentar el desarrollo de las personas como creadoras de conocimiento.

1.2.1 La aproximación al aprendizaje

De las prácticas del movimiento *maker* —entendido como dinámica educativa basada en la indagación— y de las experiencias generadas por la difusión de makerspaces y *FabLABs* se pueden extraer elementos muy valiosos a la hora de pensar en formas de empoderamiento a través de los usos sociales y educativos de las nuevas tecnologías de fabricación y prototipado. Entre ellas destaca el fomento de la creatividad mediante el uso de la tecnología y su aproximación al aprendizaje. También el concepto de *digital fluency*, competencia digital profunda, o sea, la capacidad de crear artefactos significativos, físicos o digitales, a través del uso creativo de herramientas tecnológicas (Resnick, 2001).

Cabe puntualizar que la cultura *maker* no se propone fomentar aprendizajes instrumentales para el uso de herramientas tecnológicas. Lo que pretende es desarrollar un contexto que proporcione a la ciudadanía oportunidades de aprendizaje a través de la experimentación en comunidad de herramientas de

fabricación digital que permitan satisfacer sus propias necesidades, así como construir sus propios dispositivos y artefactos.

La aproximación al aprendizaje es de tipo experiencial. Se busca generar dinámicas de aprendizaje mutuo entre miembros de la comunidad que colaboran en la realización de proyectos. El conocimiento que se genera a lo largo del proceso de ideación, diseño y fabricación se documenta para que pueda servir en otras ocasiones. También los resultados de ese conocimiento, en forma de planos, códigos, aplicaciones y materiales, quedan disponibles en los repositorios de cada espacio para que se puedan compartir y “remezclar” con finalidades educativas. Los diseños y los descubrimientos que resultan de los procesos de creación se publican en los canales de comunicación de cada laboratorio y pueden ser utilizados, mejorados o modificados por otros laboratorios situados en otras partes del mundo.

1.2.2 Experiencias de aprendizaje centrado en el *making* y *DIY*

En los últimos diez años, la cultura *maker*, la filosofía *DIY* y su aproximación al aprendizaje han generado un gran interés tanto en la comunidad educativa como en el mundo de la investigación. Se cree que la cultura y las herramientas *maker* pueden contribuir a la construcción de un enfoque más participativo, transdisciplinar y crítico alrededor de los procesos de adquisición de las competencias tecnológico-científicas, erigiéndose en una aproximación que crea caminos experienciales y significativos para los estudiantes (Blikstein, 2013).

Además, se considera una oportunidad de fomentar la iniciativa y la capacidad de actuar del alumnado a través del desarrollo creativo de la competencia digital. También es una oportunidad para alimentar el aprendizaje a lo largo de la vida y fomentar la generación colaborativa del conocimiento entre educadores, investigadores y docentes.

Varias redes de trabajo y proyectos se han desarrollado en los últimos años con la finalidad de comprender y potenciar los aspectos emancipatorios de la cultura *maker* y del *DIY* en educación.

A continuación se proporcionan tres ejemplos: la red *FabLearn*¹² impulsada por el TLTL (*Transformative Learning Technology Lab*) de la Graduate School of Education de la Universidad de Stanford; el proyecto *Agency by Design*¹³ desarrollado por *Project Zero* de la Graduate School of Education de la Universidad de Harvard; y el proyecto *DIYLab*¹⁴ (*Do It Yourself in Education: Expanding Digital Competence to Foster Student Agency and Collaborative Learning*) liderado por el grupo de investigación Esbrina¹⁵ de la Universidad de Barcelona en colaboración con un consorcio formado por escuelas y universidades de varios países europeos.

FabLearn es una red de investigación colaborativa que se propone difundir recursos y buenas prácticas para apoyar la acción de aquellos educadores, investigadores y expertos en política educativa que quieran integrar principios del aprendizaje constructivista en contextos formales e informales a través de la educación basada en el *making*.

FabLearn surge en 2009 del trabajo de Paulo Blikstein, Professor de la Stanford University y fundador del *Transformative Learning Technologies Lab* (TLTL). *FabLearn* genera investigaciones y difunde recursos a través de tres iniciativas: *FabLearn Labs* (antes *FabLab@School*), las conferencias *FabLearn* y el grupo de educadores *FabLearn Fellows*, que colabora en el diseño, difusión y generación de recursos para *making* educativo.

Todas las acciones tienen como objetivo apoyar, estudiar y reflexionar a diferentes niveles sobre la creación de experiencias de aprendizaje de aproximación constructivista y constructorista¹⁶, abogando por la generación de prácticas de *making* inclusivas y respetuosas de la diversidad cultural y de género. El *making* y los entornos *maker* se conciben como nuevas instancias de

¹² FabLearn. Se recuperó el noviembre 12, 2017 de <http://fablearn.org/>

¹³ Agency by Design. Se recuperó el noviembre 12, 2017 de <http://www.agencybydesign.org/>

¹⁴ DIYLab — Do It Yourself in Education: Expanding Digital Competence Se recuperó el noviembre 12, 2017 de <http://diylib.eu/>

¹⁵ Esbrina | Subjectivitats, visualitats i entorns Se recuperó el noviembre 12, 2017 de <https://esbrina.eu/es/inicio/>

¹⁶ El término se refiere a la *constructionist learning theory* de S. Papert.

una actitud pedagógica que encuentra sus raíces en la tradición de la pedagogía activa, vivencial y crítica. De esta manera, se aprovechan las nuevas herramientas tecnológicas para rescatar formas de enseñanza y aprendizaje basadas en el hacer, en la expresión personal y en la construcción de las identidades.

Agency by Design (AbD) se inicia en 2012 a partir del trabajo del grupo de investigación *Project Zero*¹⁷ con el objetivo de investigar sobre las prácticas de aprendizaje basadas en el *making* alrededor de tres temas: la identificación de los beneficios de los entornos *maker* en educación; el estudio de elementos activadores del aprendizaje basado en el *making*; el diseño de intervenciones formativas que apoyen la reflexión alrededor del aprendizaje basado en el *making* y en la construcción de artefactos.

AbD lleva a cabo la exploración de estos temas a través de la revisión de la literatura y el trabajo etnográfico en entornos *maker*. Se centra en comprender los aspectos educativos vinculados con la dimensión del diseño de los artefactos (*designed dimensions of the world*), llegando a teorizar el concepto de *maker empowerment*, ya mencionado en el presente capítulo.

Estas ideas se exploran a partir del trabajo de un grupo de educadores a través de un proceso de investigación-acción que genera un marco teórico, un conjunto de rutinas de trabajo y un conjunto de recursos para educadores formalizados en la publicación *Maker-Centered Learning: Empowering Young People to Shape Their Worlds* y en el curso en línea *Thinking and Learning in the Maker-Centered Classroom*. Más allá de la difusión de la cultura *maker* y DIY lo que se pretende es reflexionar y generar entornos que permitan a estudiantes de educación obligatoria adquirir una especial sensibilidad y comprensión de las dimensiones implicadas en el diseño de los artefactos, explorando su complejidad y las oportunidades que brinda para su expresión personal.

Do It Yourself in Education: Expanding Digital Competence to Foster Student Agency and Collaborative Learning (DIYLab) es un proyecto financiado por el

¹⁷ Project Zero: Homepage. Se recuperó el noviembre 12, 2017 de <http://www.pz.harvard.edu/>

Lifelong Learning Programme de la Comisión Europea. Está liderado por el grupo de investigación *Esbrina*¹⁸, de la Universidad de Barcelona, en colaboración con un consorcio de tres universidades y tres escuelas de España, Finlandia y República Checa.

DIYlab se propone fomentar el aprendizaje a lo largo de la vida desarrollando la competencia digital de los estudiantes, su actividad y su creatividad a través de la introducción de la filosofía DIY en contextos formales de educación primaria, secundaria y superior. De este modo, se busca fomentar su compromiso con el aprendizaje a través del intercambio y la colaboración entre docentes, estudiantes, investigadores y colaboradores externos (Domingo-Coscollola, Sancho-Gil & Arrazola-Carballo, 2016).

Situándose en el marco metodológico de la investigación-acción colaborativa, esta se desarrolla a través de acciones encaminadas a fomentar el intercambio de conocimiento entre diferentes actores educativos. Se encamina así a reforzar la sostenibilidad del enfoque pedagógico y su mejora.

Estas tres experiencias tienen varios elementos en común que nos pueden ayudar a entender el fenómeno de la implementación del *making* y del DIY, respetando su complejidad y abogando por su potencial transformador de las prácticas educativas.

Son proyectos de investigación que utilizan metodologías participativas que implican el desarrollo de recursos, materiales y entornos. Involucran agentes educativos (estudiantes, docentes e investigadores) que normalmente trabajan en contextos separados, fomentan la colaboración entre investigadores, estudiantes, y docentes en el intento de superar las barreras institucionales, jerárquicas, organizativas y disciplinarias para la generación de reflexiones sobre la práctica y el diseño de experiencias educativas.

Estos proyectos abarcan el tema del *making* y del DIY desde una perspectiva marcadamente educativa. Tratan estas tendencias como instancias de

¹⁸ Esbrina | Subjectivitats, visualitats i entorns Se recuperó el noviembre 12, 2017 de <https://esbrina.eu/es/inicio/>

pedagogías activas y críticas de enfoque constructivista, dando más importancia a las prácticas y a las reflexiones que a la implementación de nuevas herramientas tecnológicas.

Se caracterizan por usar el co-diseño de entornos de aprendizaje, actividades y recursos como práctica de intercambio en los grupos transversales de trabajo y como estrategia para la construcción de conocimiento compartido.

En este marco, se replantea la formación del profesorado explorando formatos que integren el conocimiento técnico con las prácticas reflexivas en un contexto de experimentación y construcción colaborativa de conocimiento.

Elaboran recursos abiertos de aprendizaje y fomentan su difusión en las comunidades vinculadas.

1.2.3 El Making y el Construccinismo de Papert

La idea de que el aprendizaje surge de experiencias significativas en un contexto social, así como de la interacción con un entorno y sus artefactos no es nueva en la historia de la pedagogía. Desde Rousseau a Piaget, pasando por Pestalozzi, Froebel, Dewey y Montessori, se reconocen, ciertos elementos fundamentales para la construcción del aprendizaje. Por ejemplo, la libre interacción con el medio, la invención, la creación, la manipulación de artefactos significativos como los *Fröbelgaben*, Regalos Froebel y el material Montessori (Martinez & Stager, 2013).

Piaget, con las teorías del constructivismo, el desarrollo cognitivo y la epistemología genética, confirma muchas de las ideas de Pestalozzi, Froebel y Montessori. En su visión, el hecho de conocer es un fenómeno adaptativo del organismo humano al medio. Este hecho se manifiesta como una sucesión de estructuras de conocimiento identificadas como fases del desarrollo cognitivo. El conocimiento no resulta de la acción de recibir información, sino de un proceso interno de creación de significado basado en la experiencia (Piaget, 1973).

El matemático, epistemólogo, informático y activista Seymour Papert, considerado 'el padre' del movimiento *maker* en educación (Martinez & Stager,

2013), se formó con Piaget en Ginebra a finales de los años 50. Después, siguió desarrollando su investigación en el MIT, donde ha sido uno de los pioneros del diseño de herramientas de tecnología educativa.

Sobre la base de la teoría constructivista, Papert elabora una teoría del aprendizaje, conocida como *constructionism*¹⁹ o *constructionist learning theory*. En ella afirma que el aprendizaje se relaciona de forma intrínseca con la producción de artefactos que funcionan como elementos activadores del proceso de construcción del conocimiento. En esta teoría se atribuye una gran importancia a la interacción con los medios educativos tecnológicos que favorecen el desarrollo de formas de expresión múltiples y acordes con los diferentes intereses y estilos de aprendizaje de cada aprendiz. Estos medios, denominados “*objects to think with*” (objetos para pensar), funcionan como modelos mentales para la invención de nuevos objetos y la construcción de nuevas estructuras cognitivas. (Papert, 1980).

Como señala Ackermann (2004) el constructivismo piagetiano, el socio-constructivismo de Vygotsky y el construccionismo de Papert comparten la idea de que las personas contribuyen activamente a la construcción de su conocimiento a través de la transformación del mundo que las rodea. Sus visiones, pero, se diferencian respecto al énfasis, a la importancia y a la centralidad que atribuyen a determinados aspectos del aprendizaje. Para Piaget la centralidad pertenece a la experiencia, para Papert a la creación y al uso de medios y artefactos, para Vygotsky el elemento determinante es la interacción social.

El construccionismo de Papert comparte con el constructivismo la idea de que el aprendizaje es el resultado de la construcción de estructuras de conocimiento a través de la progresiva interiorización de acciones (Jonassen, 1994). A esto, el construccionismo añade la idea de que el aprendizaje se da más exitosamente en los contextos donde el discente está involucrado en la construcción activa de artefactos que se pueden enseñar y compartir (Papert & Harel, 1991; Ackerman,

¹⁹ La *constructionist learning theory* o *constructionism* es una teoría de aprendizaje y no coincide con la teoría sociológica el *social constructionism* o construccionismo social.

2001).

Papert se concentra en el estudio del “aprender a aprender” o “arte de aprender” y busca el significado que la acción de construir objetos tiene en el proceso de aprendizaje. También está interesado en observar como el discente se involucra en una conversación con sus propios artefactos o con los artefactos de otros; asimismo le interesa cómo estas conversaciones fomentan el aprendizaje autodirigido y facilitan la construcción de nuevo conocimiento.

Papert destaca la importancia de las herramientas, de los medios y del contexto en el desarrollo humano como puntos de apoyo de una perspectiva que permite explicar cómo los individuos construyen el significado a partir de la experiencia, optimizando de forma gradual sus interacciones con el mundo (Villamil, 2008).

En la visión de Blikstein (2013), Papert fue pionero en el uso de las tecnologías digitales en la educación, pero, sin embargo, sus razones están lejos de ser tecnocéntricas. Papert aboga por la tecnología en las escuelas no como una forma de optimizar la educación tradicional, sino como una herramienta emancipatoria que pone los materiales de construcción más poderosos en manos del alumnado. Las herramientas de tecnología creativa permitirían a los estudiantes diseñar y construir a través de numerosas formas de trabajo, expresión y construcción. Esta adaptabilidad, permite atender a diferentes estilos de aprendizaje y epistemologías, generando un ambiente de convivencia en el que los estudiantes pueden concretar sus ideas y proyectos con un intenso compromiso personal.

En esta interpretación, las tecnologías digitales representan un potente medio para la construcción de conocimiento en un contexto social. También representan una posibilidad de creación de artefactos significativos. Según Papert, la actividad creativa a través de la tecnología tiene un enorme potencial de transformación de las prácticas educativas, entendidas estas como fomento de actitudes activas, críticas y creativas en la interacción con artilugios y aplicaciones tecnológicas. Los ordenadores, las aplicaciones y las máquinas pueden ser usados para diseñar, programar y crear artefactos para la expresión

personal o la resolución de problemas de la comunidad.

Según esta interpretación, se puede valorar la interacción con los artefactos tecnológicos desde dos perspectivas muy diferentes: la perspectiva del usuario y la perspectiva del creador. Con la misma herramienta se pueden generar experiencias educativas que se diferencian de forma substancial por el nivel de actividad, decisión e iniciativa que fomentan en el alumnado. Por ejemplo, es posible acceder como usuario a una página web para consultar sus contenidos, limitándose a una utilización del recurso o asumir una actitud creativa y convertirse en el diseñador de una página web. De la misma forma se puede descargar música o componer música, así como se puede jugar a un videojuego o crear un videojuego propio (Resnick, 2008).

Gracias a las nuevas oportunidades que ofrece el desarrollo de la fabricación digital y de los espacios *maker*, se genera la posibilidad de diseñar y fabricar dispositivos en lugar que comprarlos.

En la visión de Papert, el potencial transformador de la herramienta juega un papel muy importante, especialmente si se trata de herramientas diseñadas con el fin favorecer la creatividad y el aprendizaje. Aún así, el estilo de enseñanza que acompaña a las prácticas de creación de artefactos con herramientas de tecnología creativa condiciona profundamente la experiencia del aprendiz. El docente, en base a su estilo de enseñanza, a su competencia digital y a su actitud hacia la tecnología, determina el tipo de experiencia que ofrece al alumno, con independencia de la herramienta tecnológica que está utilizando. Con la misma herramienta se puede buscar la instrucción en habilidades técnicas, a través de aprendizajes instrumentales o generar entornos que busquen el desarrollo de competencias digitales profundas y de actitudes activas, críticas y participativas en la interacción con los artilugios tecnológicos.

A raíz de estas reflexiones se generan varias preguntas acerca del perfil del docente y de la necesidad de replantear la manera en la que se forma: ¿Qué perfil docente encaja mejor en la visión “papertiana” del aprendizaje? ¿Qué tipo de acciones formativas se necesitan para su desarrollo?

Para explorar estos interrogantes se plantea el concepto del docente como diseñador de entornos de aprendizaje en el ámbito de estudio del *Learning Design*.

1.3 El docente como diseñador de entornos

Vivimos en una época donde el conocimiento está más disponible que nunca. Las TIC y la conectividad casi ubicua, permitida por la difusión de dispositivos como móviles, tabletas y ordenadores, nos ponen en contacto directo y rápido con una inmensa red de conocimiento libre y accesible. Nos permiten producir y publicar contenidos, así como alimentarnos de los producidos por otros, todo ello de forma rápida y fácil. La información y el conocimiento ya no nos llegan exclusivamente a través de los clásicos canales de difusión del conocimiento como la enseñanza.

Por esa razón, tal como indican Goodyear y Dimitriadis (2013), en este contexto es necesario redefinir el rol de los educadores. Su propuesta se sitúa en la línea propuesta por King (1993) que recomienda una evolución del docente de “sabio subido al escenario” a “guía que acompaña” (*from sage on the stage to guide on the side*) y trata de superarla proponiendo la idea del docente como diseñador de entornos de aprendizaje. La adopción de una actitud de diseñador ofrecería al profesorado herramientas útiles para la identificación de las necesidades formativas de sus alumnos y alumnas. De este modo podría acompañarlos en los procesos de aprendizaje y en el aprovechamiento del conocimiento disponible. En este escenario, el docente sigue proporcionando acceso a la información y al conocimiento, pero también está preparado para diseñar y activar entornos donde el estudiante pueda explorar, investigar, analizar, sintetizar y construir conocimiento compartido a partir de la gran variedad de recursos cognitivos, vivenciales y tecnológicos que le rodean.

1.3.1 Learning Design

El concepto del *learning design* surge de la idea de que el rol del educador no es transmitir información a un contenedor pasivo, sino estructurar el compromiso del aprendiz con la construcción del conocimiento, poniendo en marcha

habilidades cognitivas que capacitan a los estudiantes a aprender de forma autónoma (Laurillard, 2013).

En esta línea, la práctica educativa se concibe como un acto de diseño en el sentido de una actividad de resolución de problemas que tiene como resultado la creación de algo que anteriormente no existía (Ertmer, Parisio & Wardak, 2013).

Mor y Craft (2012) definen el *learning design*, diseño de aprendizajes, como el acto creativo e intencional de idear nuevas prácticas, planear actividades, buscar recursos y herramientas para alcanzar objetivos educativos en un contexto determinado. En su visión, el docente actúa en base al conocimiento de la disciplina, a un enfoque pedagógico, al conocimiento tecnológico y a la experiencia práctica, generando al mismo tiempo innovación en los ámbitos citados y acompañando al alumnado en sus esfuerzos y objetivos.

La idea de diseño que está en la base de esta visión viene del análisis de Cross (2001), Latour (2008) y Schön (1992), o sea, del diseño como una disciplina caracterizada por ser al mismo tiempo ciencia y arte. En particular, Schön ve al docente, así como a otros profesionales, como un diseñador en el sentido de ser un creador de artefactos y métodos para la resolución de problemas, pero poniendo el énfasis más en el proceso de identificación del problema que en los pasos necesarios para su resolución. El diseño en esta visión es al mismo tiempo una práctica creativa y un proceso de investigación; puede operar en contextos complejos donde las técnicas analíticas de tipo más positivista fallan. Para Schön el diseño no se limita a la aplicación de conocimientos científicos para resolver problemas en un contexto determinado, sino que se extiende al potencial creativo de los profesionales involucrados, atribuyendo más valor a sus conocimientos tácitos. Los docentes, según esta lógica, actúan como investigadores prácticos, en un diálogo continuo con la comunidad científica. Por un lado, construyen sus actuaciones en base a la teoría producida por la comunidad científica y, por el otro, alimentan la misma con el conocimiento que generan.

A partir del análisis de Latour (2008), Mor, Craft y Hernandez-Leo (2013) elaboran

una lista de características del *learning design* que nos ayuda a entender mejor su naturaleza:

- Un proceso a través del cual los docentes logran objetivos educativos en un contexto determinado.
- Un arte: una habilidad técnica y una práctica creativa.
- Una ciencia: una indagación crítica y reflexiva basada en la teoría.
- Una práctica guiada por la ética enfocada a la identificación de la mejora y a su realización.
- Una práctica orientada al cambio.
- Una práctica basada en la reiteración de procesos para adaptarlos al contexto y a su mejora.
- Una práctica que intercala la definición del problema con su resolución.
- Una práctica “humilde” que tiene en cuenta las limitaciones del contexto y las limitaciones de los actores que actúan en él.

Tal como afirman Dalziel y otros (2013) y Koper (2006) el objetivo de la investigación en el contexto del *learning design* es desarrollar un marco descriptivo que permita recoger y representar las prácticas de enseñanza/aprendizaje y explorar cómo este marco puede apoyar a los educadores a la hora de adoptar nuevas estrategias. Se quieren representar los procesos de enseñanza/aprendizaje que tienen lugar en el trabajo de aula para identificar todas aquellas acciones de apoyo y de acompañamiento ejecutadas por aprendices y docentes.

Tal como señalan Gros, Escofet y Marimón- Martí (2016) la representación de los procesos de enseñanza/aprendizaje pasa por la formulación de patrones pedagógicos o principios de diseño.

Los *principios de diseño* o *patrones pedagógicos* representan la experiencia del diseño de entornos a partir de la presentación de un núcleo problemático recurrente, una solución asociada y la descripción del contexto de acción. La

solución aportada es genérica y no prescriptiva para, de este modo, facilitar su adaptación a contextos diversos.

Hay diferentes estructuras para los patrones o principios de diseño, pero en general se componen de tres elementos (contexto, problema y solución) y responden a las siguientes características:

1. Conectan problemas reconocibles con soluciones probadas.
2. Relacionan problemas a cualquier nivel (micro, meso, macro, etc.) y conectan soluciones de diseño a través de distintos niveles.
3. Tienen una aplicabilidad amplia, pero son personalizables para adaptarse a las necesidades específicas.
4. Permiten crear un repositorio de ideas compuesto por estrategias y soluciones exitosas a problemas concretos, bien documentadas con sus correspondientes contextos.
5. Constituyen una base de conocimiento reutilizable, de fácil acceso y consulta.
6. Conforman un catálogo de sugerencias (no de prescripciones) que pueden ser mejoradas, modificadas o complementadas con soluciones alternativas.
7. Facilitan la transmisión de conocimiento y el aprendizaje de buenas prácticas por parte de los usuarios.
8. Permiten la visión, el análisis y el estudio de situaciones complejas, mediante el desarrollo de lenguajes de patrones que permitan su observación desde múltiples perspectivas, tanto de carácter genérico como en detalle, examinando los elementos más simples del escenario propuesto.
9. Fomentan la reflexión sobre los procesos que intervienen en el aprendizaje, contribuyendo a la búsqueda de fórmulas exitosas y a la

formalización de las que han demostrado su eficacia (Gros, Escofet & Marimón- Martí, 2016, p. 15).

Los patrones pedagógicos surgen del esfuerzo reflexivo de quien los elabora; un esfuerzo reflexivo realizado con la finalidad de sintetizar las claves del éxito de un diseño de aprendizaje ya sea un material, una actividad o un artefacto. La definición de los patrones pedagógicos empieza por la reflexión y la explicitación de los procesos de enseñanza y aprendizaje vinculados a prácticas exitosas y se concreta a través de la puesta en común y la síntesis narrativa (Gros, Escofet, & MarimónMartí, 2016).

La elaboración de patrones pedagógicos es un proceso complejo porque el núcleo fundamental de conocimiento reside en la práctica y todavía no existe un marco descriptivo que permita representar los diseños facilitando su transferencia. Afortunadamente, la investigación en el ámbito del *Learning Design* ha avanzado bastante en este sentido y ha creado herramientas que apoyan la elaboración y la difusión de principios de diseño (Winters y Mor, 2008; Mor *et al*, 2014).

Otro aspecto constitutivo del campo del *learning design* vinculado también con la generación de principios de diseño es el énfasis que se atribuye al compartir entre docentes las prácticas exitosas que se hayan llevado a cabo. En este sentido, Conole (2012) define el *learning design* como una metodología que ayuda a los docentes/diseñadores a la hora de tomar decisiones sobre el diseño de actividades e intervenciones. Un principio clave es hacer que el proceso de diseño sea más explícito y condvisible. El *learning design* como práctica de investigación y desarrollo incluye la recogida de evidencias empíricas para la comprensión del proceso de diseño, así como el desarrollo de recursos, herramientas y actividades que facilitan el diseño de nuevos entornos de aprendizaje y su difusión.

Es el caso, por ejemplo, del *Design Principles Database* (DPD)²⁰ de Kali (2006), así

²⁰ *Design Principles Database: Home*. <http://edu-design-principles.org/>. Se consultó el 7 ene... 2018.

como otras herramientas similares, *COLlaborative LeArning desiGn Editor* (Villasclaras-Fernández et al., 2013); *CompendiumLD* (Conole, & Wills, 2013) *LdShake* (Hernández-Leo, D. et al., 2014), un repositorio online de ideas generales sobre el diseño de aprendizajes y de principios de diseño. El *Design Principles Database* (DPD) surge en el ámbito de la comunidad de investigadores vinculados al marco metodológico de la *Design Based Research* con la intención de proporcionar una infraestructura compartida para apoyar y difundir las prácticas de investigación basadas en el diseño de aprendizajes. Es a la vez un repositorio de principios de diseño y una plataforma que permite a los participantes publicar, conectar, discutir ideas de diseño y transferirlas como principios a otros contextos.

El concebir la práctica educativa como un proceso de creación colectiva de entornos de aprendizaje y valorar la figura del docente como un diseñador de experiencias abre muchos interrogantes acerca de los formatos y las modalidades de la formación docente. Para definir y fundamentar la elección de la metodología de formación a emplear en el diseño del entorno de formación en *making* se exploran, en el siguiente apartado, conceptos y estrategias para la formación continua del profesorado en relación con la integración de la tecnología.

1.4 La formación del profesorado como “zona de innovación”

En la literatura hay consenso sobre el hecho de que para preparar a las jóvenes generaciones para los retos cognitivos de la vida en la sociedad-red es necesario que el profesorado aprenda a enseñar facilitando el aprendizaje autónomo y la adquisición de competencias que permitan encarar la creciente complejidad determinada por una realidad cambiante y exigente. El profesorado necesita, por un lado, poseer las competencias necesarias en cuanto a la interpretación de la realidad actual y, por el otro, desarrollar prácticas de enseñanza que fomenten un aprendizaje activo, individualizado y basado en el alumno. Esto es, un aprendizaje que fomente la reflexión crítica y la creación de conocimiento (Morin, 1999; Tardif, 2004). Las competencias relacionadas con el saber tecnológico son,

en este sentido, de una importancia especial (Martín & Tyner, 2012).

Tal como señala Bosco (2008) para la formación docente en tecnología es recomendable fomentar el desarrollo de competencias al menos en cuatro dimensiones: instrumental, cognitiva, actitudinal y política. Al lado del conocimiento práctico del funcionamiento de las herramientas (dimensión instrumental) se hace necesario adquirir habilidades y saberes que permitan hacer un uso significativo de las técnicas aprendidas (dimensión cognitiva). Asimismo, es necesario el desarrollo de un conjunto de valores y de actitudes que nos permitan interactuar con la tecnología sin caer en los extremos de la tecnofobia o del uso acrítico de las TIC (dimensión actitudinal). Además, dada la gran complejidad generada por el impacto de las TIC en nuestras vidas, también se recomienda una toma de conciencia acerca de la “no neutralidad” de la tecnología, así como una reflexión sobre los efectos generados por la interacción con ella (dimensión política).

En la misma línea, Sancho y otros (2015) entienden la formación docente en tecnología educativa como un proceso continuado y fundamental enfocado, entre otras cosas, al análisis del impacto de las tecnologías digitales en la forma de generar y compartir conocimiento, así como de las maneras de aprender de los jóvenes.

En el ámbito específico de la TE [tecnología educativa] esta concepción de la formación significaría analizar con el profesorado las complejas dimensiones organizativas, simbólicas y artefactuales de las instituciones educativas actuales, desvelando los mitos y posibilitando su deconstrucción. En este sentido, el foco de esta formación no se centraría exclusivamente en el uso de artefactos digitales, sino en el sentido de enseñar y aprender en la sociedad actual. Un proceso que incluiría, como es obvio, el análisis y la utilización de los recursos disponibles (Sancho et al., 2015, p. 20).

Para alcanzar tal complejidad formativa, hay acuerdo entre los investigadores sobre la necesidad de que las instituciones superen el modelo de formación por

cursos o “cursillos” enfocados al uso de una específica herramienta en favor de un modelo que proporcione más oportunidades de aprendizaje (Riera & Prats, 2008; Stein, Smith & Silver, 1999). La racionalidad técnica en la que se basa la formación docente enfocada al desarrollo de destrezas técnicas y a la adquisición de contenidos tecnológicos resulta ser una epistemología limitada para resolver los problemas de los profesionales cuyas prácticas poseen zonas indeterminadas y se dan en contextos complejos.

Cuando hablamos del profesor nos estamos refiriendo a alguien que se sumerge en el complejo mundo del aula para comprenderla de forma crítica y vital, implicándose afectiva y cognitivamente en los intercambios inciertos, analizando los mensajes y redes de interacción, cuestionando sus propias creencias y planteamientos proponiendo y experimentando alternativas y participando en la reconstrucción permanente de la realidad escolar (Schön, 1992, p.89).

La formación profesional basada en la epistemología de la “racionalidad técnica” pertenece a un sistema jerárquico que concibe el desarrollo profesional como el proceso de resolución de problemas instrumentales a través de la aplicación de un conocimiento científico especializado. En la reconstrucción de Schön (1998), la jerarquización del conocimiento profesional genera varias consecuencias. Entre ellas podemos destacar la separación entre investigación y práctica profesional. Los investigadores proporcionan el conocimiento para el diagnóstico y la resolución de problemas y los profesionales retroalimentan el sistema con experiencias problemáticas o exitosas en calidad de evidencias de las investigaciones.

La formación docente basada en la reflexión en acción y en el desarrollo de una racionalidad crítica se propone como alternativa al modelo que acabamos de describir. A parte de ser una alternativa más efectiva para solucionar problemas en el aula (Schön, 1992; Carr & Kemmis, 1988), también se configura como un camino para la investigación.

Realizar una investigación de segundo orden o establecer procesos de reflexión sobre nuestra práctica, no es nada más que la necesidad de que «circule información»: es esta la que hace posible la existencia del sujeto en las organizaciones reflexivas, y de un objeto (el aprendizaje de la práctica profesional) que se nos torna accesible. En definitiva, «implementar posiciones observadoras» es la condición necesaria. Desarrollar procesos a través de los cuales dichas plataformas de observación envíen información al sistema, es la condición suficiente [...] Se trata, entonces, de pensar la Formación Profesional como una «ecología de la acción»; un proyecto de investigación que se mantiene vigilante durante el proceso de creación organizacional de saber, de forma que la información que se vaya obteniendo del sistema, nos permita cuestionar, alterar, modificar o reconstruir lo planificado. La formación práctica, entonces, deviene en investigación: una estructura que recoge permanentemente información de los procesos que se produzcan en su seno (Fernández Rodríguez, 2009, p. 40).

Se concibe la formación docente como una “zona de innovación”, un espacio de acción educativa en el que, a través del aprendizaje experiencial, la investigación- acción y la creación organizacional del saber, se construye la mejora.

1.4.1 Estrategias

El estudio compilativo de Darling-Hammond & Richardson (2009) sobre el estado del arte en el tema de la formación docente señala que las indicaciones de la comunidad investigadora se consensúan alrededor de tres dimensiones: el contenido de la formación; el contexto; y el diseño de una formación profesional de alta calidad.

Se recomienda que la formación esté enfocada al aprendizaje del alumno y que fomente la competencia docente a partir de formas de aprendizaje activo, evaluación, observación y reflexión, en lugar de tratar los temas de forma

abstracta. Los profesores aprenden mejor cuando pueden adquirir los contenidos que necesitan juntamente con las estrategias y las herramientas metodológicas necesarias para enseñar esos contenidos en el contexto de su práctica profesional. Además, las oportunidades de aprendizaje activo son las que permiten a los docentes modificar su forma de enseñar (Darling-Hammond, 2008).

Hay consenso acerca de la importancia del contexto para la construcción de una formación inicial y continua del profesorado. Las indicaciones van en el sentido de la integración de la acción formativa con los procesos de mejora de la calidad educativa. Se destaca que la formación docente es más efectiva si es parte de los procesos de implementación de mejoras en el aula para. Así se evita que haya separación entre lo que los docentes aprenden y su trabajo real con el alumnado, el currículo y la evaluación. Cuando la formación se gesta fuera del contexto, los saberes y las competencias adquiridas son vividas por los profesores como algo alejado de su práctica profesional. Esto es más evidente cuando se trata de formación relacionada con usos educativos de la tecnología. (Darling-Hammond & Richardson, 2009).

Un interesante ejemplo nos viene de una reflexión sobre la formación docente para la implementación de la herramienta *Scratch*. Tradicionalmente los esfuerzos para la implementación de la herramienta se han concentrado en la adquisición de habilidades técnicas y de una breve introducción a los fundamentos de programación informática.

A través de un estudio de Bustillo & Garaizar (2014) se comprueba que los docentes necesitan de un amplio espectro de buenas prácticas que demuestren cómo esas habilidades pueden ayudar a los estudiantes en la adquisición de las competencias básicas y de los contenidos curriculares. Si se focaliza la atención exclusivamente en las posibilidades de la aplicación o en los productos que se pueden realizar, no hay espacio para el desarrollo creativo de los estudiantes. El cambio requiere una nueva perspectiva en relación con la evaluación de los procesos de aprendizaje. Una perspectiva en la que el proceso y los errores son

parte de construcción del conocimiento y no desviaciones o pérdidas de tiempo (Bustillo & Garaizar, 2014).

La investigación sobre la formación profesional exitosa también destaca la importancia del trabajo colectivo, de los entornos de aprendizaje que ayudan a desarrollar comunidades de prácticas y superar la situación de aislamiento característica del desempeño docente. El trabajo en equipo proporciona las bases para la investigación y la reflexión, permitiendo al profesorado discutir problemas, asumir riesgos y solucionar los dilemas que surgen en su propia práctica de enseñanza. El modelo es la comunidad de aprendizaje, donde los docentes trabajan de forma conjunta, comparten y generan conocimiento y se involucran en un diálogo continuo para examinar su práctica y la de su alumnado con la finalidad de implementar y mejorar el trabajo del aula (Darling-Hammond & McLaughlin, 1995; Díaz Quero, 2006; Hord, 1997; Louis, Marks, & Kruse, 1996; Maynard, 2001; Muñoz, 2009; Schlager & Fusco, 2003).

Como señalan Tejada y Pozo (2018) en el conjunto de las estrategias de formación a nivel mundial están tomando protagonismo las redes de formadores que cuentan con las aportaciones de diferentes perfiles profesionales procedentes de entornos tanto institucionales como más informales. Estas entidades tienen el potencial de actuar como redes de formación y como redes de apoyo y asesoramiento, generando caminos que, en línea con muchas tecnologías emergentes como los entornos colaborativos, la inteligencia colectiva, los laboratorios y las nubes virtuales, la investigación, favorecen y acompañan la generación de conocimiento y la generación y difusión de cambios profesionales y organizacionales.

Con relación al diseño de los entornos adecuados para el aprendizaje y de las actividades de formación, las indicaciones van en el sentido de fomentar experiencias que tengan una duración consistente y que utilicen formatos de intercambio de conocimiento. Algunos de estos formatos pueden ser grupos de estudio, evaluación entre pares, análisis del trabajo de los estudiantes, apoyo por parte de pares con mayor grado de experiencia en campo tecnológico y el

technology coaching.

La disponibilidad de tiempo permite el desarrollo de aprendizajes basados en la investigación y permite consolidar la confianza acerca de los nuevos aprendizajes. Esto toma más fuerza cuando nos movemos en el ámbito de la formación en tecnología educativa. Muchos docentes manifiestan inseguridad e incomodidad al utilizar dispositivos tecnológicos en la enseñanza. Disponer del tiempo necesario para adquirir seguridad acerca de los propios conocimientos y tener la posibilidad de compartir entre pares favorece una actitud más segura a la hora de utilizar dispositivos tecnológicos en el trabajo en el aula.

Una formación docente relacionada con la indagación y la utilización de formas colegiales de trabajo, como el *coaching* y los grupos de estudio, resulta efectiva como acompañamiento en el proceso de aprendizaje e integración de tecnología en la enseñanza. Pero el aspecto verdaderamente importante en el desarrollo de una estrategia de enseñanza efectiva requiere de un cambio de planteamiento sobre cómo los docentes emplean su tiempo y sobre las maneras en la que trabajan juntos. A menudo es posible notar cómo un sistema de apoyo informal y la creación de estructuras colaborativas se vuelven los motores más efectivos de cambio (McKenzie, 1999; Liebermann & Miller, 2001).

Proporcionar a los docentes oportunidades de aprendizaje que sean intensas, ricas en contenido y en formación colegial, produce una mejora en el aprendizaje del profesorado y del alumnado. Cuando las instituciones son capaces de apoyar al profesorado con una formación profesional bien diseñada, rica en contenido y en oportunidades de intercambio de conocimiento, el profesorado proporcionará oportunidades igualmente valiosas para sus estudiantes (Darling-Hammond & McLaughlin, 1995).

La transformación de los estilos de enseñanza, comportamientos y creencias necesita de persuasión y de un camino formativo vivencial y altamente personalizado. En todo caso, una formación desde la indagación y basada en experiencias significativas y contextualizadas en el trabajo de aula parece coherente con un enfoque experiencial y creativo más que con el formato de

adiestramiento técnico-profesional. En particular, el aprendizaje del profesorado está vinculado a la creación de las condiciones relativas a la transferencia de nuevos conocimientos a la práctica diaria. Estas condiciones no se limitan al ámbito de las destrezas técnicas y de los conocimientos, sino que además contemplan el conjunto de actitudes y competencias necesarias a la interpretación de la realidad de la práctica docente y a la reflexión integrada en el contexto de la acción (Sancho Gil, Bosco, Alonso Cano, & Sánchez i Valero, 2015).

1.5 Formación de profesorado a través del diseño de aprendizajes

En este campo parece interesante profundizar experiencias de formación docente basadas en el diseño o re-diseño de aprendizajes, tales como la experiencia de la TDR, *teacher design research* (Bannan-Ritland, 2008) y los TDT, *teachers design teams* (Voogt et al, 2015).

La TDR es un paradigma emergente para el desarrollo profesional del docente en servicio, que tiene el objetivo de promover el crecimiento profesional del docente como experto flexible y capaz de adaptar a las necesidades del contexto las estrategias y los contenidos que adquiere en la formación.

Se basa en la premisa de que la implicación del docente en ciclos de investigaciones a largo plazo basadas en el diseño de aprendizajes promueve un aprendizaje profundo del contenido de la formación, fomenta su adaptación al contexto y estimula la reflexión sobre los sistemas de creencias y prácticas (Kelly, 2003; 2004).

El paradigma de la TDR propone generar caminos formativos que superen los formatos tradicionales de la formación continua del profesorado identificados, tales como:

- Talleres y cursos que enfatizan la actividad individual.
- Sesiones breves de formación sobre tópicos no relacionados.
- Experiencias basadas en formadores expertos.

- Experiencias formativas en las cuales el docente es un asistente pasivo.
- Experiencias enfocadas a la adquisición de conocimientos instrumentales.

La TDR invita al docente a poner en marcha procesos de investigación en clase a través del diseño de entornos y de materiales didácticos. El docente también es invitado por la TDR a participar en experiencias innovadoras junto con otros docentes. El fracaso o éxito del diseño de tales actividades empuja al docente a reconsiderar su sistema de creencias, su estilo de enseñanza y sus competencias. La TDR, por tanto, se propone como el contexto de investigación donde el docente puede modificar el núcleo de sus creencias de forma significativa. Al mismo tiempo, debido a su naturaleza colaborativa y compartida, la TDR tiene el potencial de restablecer la confianza entre profesionales e investigadores acerca de la resolución de problemas y de la producción de teoría necesaria para que las prácticas exitosas puedan superar las barreras de lo local y favorecer la difusión de las innovaciones.

Los beneficios de la TDR actuarían en tres diferentes aspectos: la mejora de la calidad y efectividad de la formación docente; el establecimiento de una fuerte conexión entre investigadores y profesionales y la promoción de estrategias de difusión de innovaciones (Bannan-Ritland, 2008).

Involucrar al docente en prácticas de diseño e investigación complejas y a largo plazo fomentaría su capacidad de ser un profesional que adapta su experiencia a las situaciones cambiantes en el sentido de articular el conocimiento práctico que posee con nuevas teorías, ideas y recursos en un proceso continuo de aprendizaje y desarrollo (Darling-Hammond & Bransford, 2007; Hatano & Oura, 2003).

La colaboración entre profesionales e investigadores en el mismo contexto y con roles equivalentes hace que la TDR sea un potente instrumento para la toma de decisiones sobre el diseño y la implementación de innovaciones. Los investigadores tienen la posibilidad de aprender sobre los estilos y las prácticas de enseñanza. Del mismo modo, los profesionales pueden adquirir herramientas

de investigación y evaluación. En esta visión, el docente no es una mera fuente de información para la investigación, sino un constructor activo del conocimiento compartido sobre la mejora, su implementación y evaluación.

Los procesos de diseño proporcionan al docente oportunidades de reflexionar sobre el currículum y los entornos de aprendizaje desde el propio conocimiento, las propias creencias y los objetivos de aprendizaje que establece para el alumnado (Parke & Coble, 1997). La interacción con otros docentes, expertos e investigadores puede profundizar sus reflexiones (Borko, 2004) y mejorar radicalmente sus aprendizajes (Ball & Cohen, 1996; Parke & Coble, 1997) mientras mejora también la calidad y la validez de los artefactos producidos (Penuel, Fishman, Yamaguchi & Gallagher, 2007).

Tal como señalan Voogt y otros (2012), a pesar del hecho que la participación docente en procesos de diseño se considere una valiosa forma de formación profesional, todavía se detecta una falta de estudios específicos sobre el tema. Los pocos estudios disponibles se dedican a describir los efectos de los procesos de diseño sobre el sistema de creencias del docente, así como la calidad de los artefactos diseñados y su implementación, pero no investigan sobre la efectividad de este tipo de formación docente. La razón podría ser la falta de un modelo teórico que ayude a estructurar estudios sobre la formación docente a través de procesos de diseño.

A partir del IMPG, Interconnected Model of Professional Growth (IMPG), de Clarke & Hollingsworth (2002), Van Driel (2010) elabora el modelo que exploramos a continuación.

1.6 Interconnected Model of Professional Growth (IMPG): un modelo para el estudio de la formación docente a través de procesos de diseño

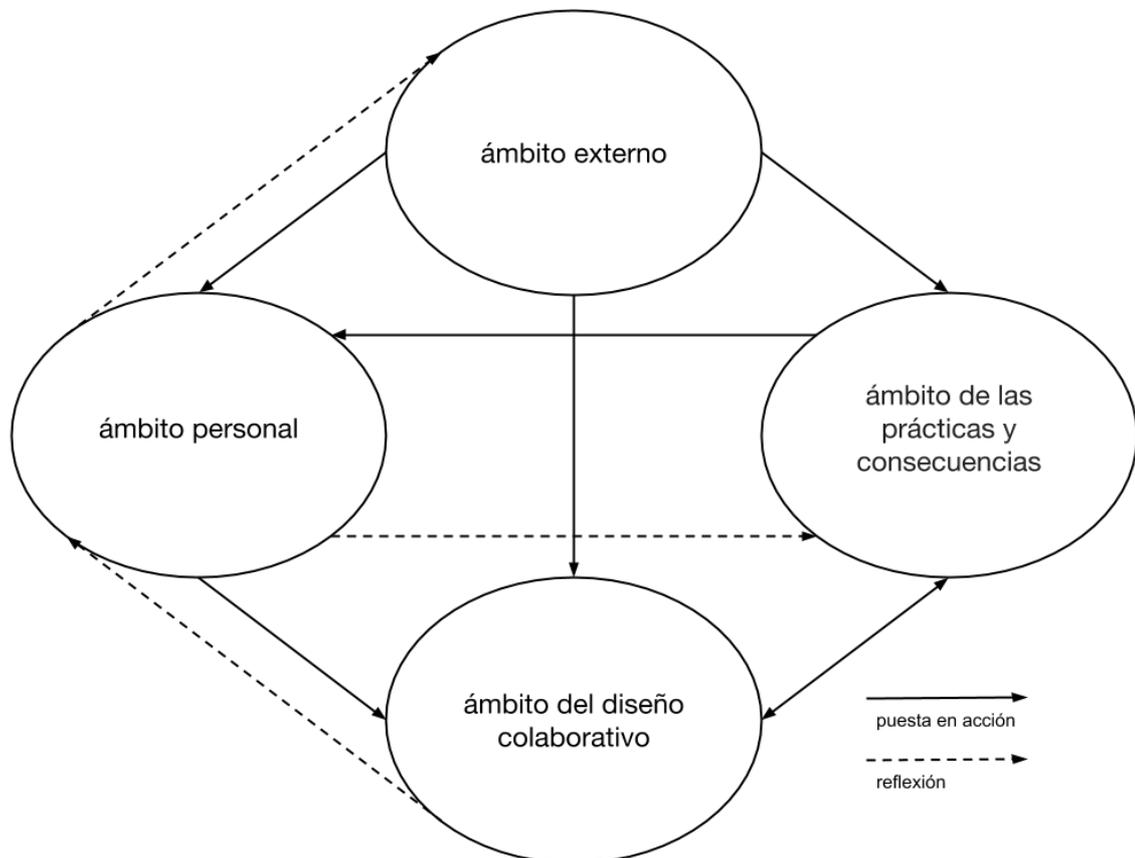


Figura: 2 IMPG, *Interconnected Model of Professional Growth*, adaptado de Van Driel (2010)

Según el modelo, el aprendizaje o desarrollo tiene lugar a través de los procesos de puesta en acción (*enactment*) y de reflexión (*reflection*), en los ámbitos (*domains*): externo, personal/grupal, de las prácticas/consecuencias y del diseño colaborativo.

La *puesta en acción* y la *reflexión* son elementos fundamentales a la hora de comprender las interacciones entre los diferentes ámbitos o *dominios*. Con el término reflexión nos referimos a la “reflexión en la acción” y a la “reflexión sobre la acción” según la formulación de Schön (1998). La puesta en acción se refiere a la acción del docente en el contexto de su práctica profesional. Clarke y Hollingsworth (2002) describen los procesos de puesta en acción y reflexión

como caminos que conectan los diferentes ámbitos donde se genera aprendizaje. Cada docente que participa en una experiencia formativa puede establecer caminos diferentes entre los ámbitos, generando así sus aprendizajes de forma diferente de los demás participantes.

El cambio puede darse en cada uno de los ámbitos o en más de uno a la vez. Se distingue entre *secuencias de cambio (change sequences)* y *redes de crecimiento (growth networks)*. Las primeras consisten en la conexión de dos o más ámbitos a través de la puesta en acción y de la reflexión. Un ejemplo podría ser una situación en la que los docentes activan un proceso de discusión y experimentación según los aspectos trabajados en una experiencia formativa.

Las *redes de crecimiento (growth networks)* representan cambios más profundos que se dan en el largo plazo y se refieren a los ámbitos: personal, de las prácticas y de las consecuencias.

El *ámbito externo* es el lugar donde el docente encuentra nuevos estímulos, nuevas ideas y apoyo para desarrollar nuevas prácticas. La participación en procesos de diseño dotados de un “andamiaje” adecuado se puede considerar como un ejemplo. El tipo de cambio que se puede observar en este ámbito es la activación del docente en respuesta a los estímulos recibidos. Voogt y otros (2012), recomiendan estudiar las variaciones en este ámbito a través de entrevistas a los participantes, del análisis documental y de la observación de campo.

El *ámbito personal/grupal* se refiere a los conocimientos, habilidades y actitudes que tienen los individuos y el grupo. Un cambio en este ámbito aparece cuando el docente o el grupo de trabajo adquieren nuevos conocimientos, competencias o actitudes.

El *ámbito del diseño colaborativo* tiene a que ver con las dinámicas grupales que emergen en el proceso de diseño. Los cambios en este contexto están influenciados por acciones en los ámbitos externo, personal y de prácticas/consecuencias. Estos cambios implican procesos reflexivos en el

ámbito personal/grupal. Aspectos que se suelen estudiar en este dominio son el nivel de compromiso del docente hacia al grupo y cuanto este depende de la estructuración del dominio externo.

El *ámbito de las prácticas/consecuencias* se refiere a todas las formas de experimentación profesional. No se limita a las experiencias de trabajo de aula, sino que se extiende a todos los contextos de acción del docente, tales como la comunidad escolar, las comunidades *online*, las asociaciones profesionales, etc. El cambio en este ámbito se da cuando el docente desarrolla y pone en práctica algún artefacto, entorno o actividad curricular y detecta los efectos de su acción. Voogt y otros (2012), para el estudio de los cambios en el contexto de las prácticas/consecuencias, recomiendan establecer relaciones entre el desarrollo de la experimentación y el aprendizaje en los docentes.

2 Metodología de la investigación

Tal como se ha adelantado en el apartado de introducción, el presente estudio se propone alcanzar los objetivos descritos a continuación, así como responder a las preguntas de investigación.

2.1 Objetivos

1. **Diseñar e implementar un entorno de aprendizaje para la formación docente en *making* educativo**

Se quiere diseñar e implementar un entorno de aprendizaje para la formación docente, de primaria y secundaria, inspirado en la filosofía del DIY y potenciado por las herramientas, los conocimientos y la infraestructura comunitaria del movimiento *maker*. De esta forma se quieren recoger las oportunidades educativas y emancipatorias proporcionadas por el movimiento *maker* para concretarlas en acciones formativas basadas en la reflexión en la acción, la indagación y la creación colectiva de conocimiento. El diseño del entorno busca el desarrollo del docente como facilitador de aprendizajes experienciales en contextos enriquecidos por herramientas de tecnología creativa (por ejemplo, la fabricación digital y el prototipado rápido).

2. **Identificar pautas para la transferencia del entorno a otros contextos**

Una vez definido el entorno, se quieren extraer del proceso de diseño y de su implementación indicaciones no prescriptivas para su transferencia y adaptación a otros contextos, permitiendo así aprovechar su esencia sin replicarlo de forma idéntica.

3. **Analizar el cambio/desarrollo profesional de los docentes participantes en el proceso de diseño**

Se quiere analizar el crecimiento profesional de un grupo de docentes con el fin de comprender las implicaciones de su participación en el proceso de diseño del entorno en relación a su desarrollo como facilitadores de

aprendizajes experienciales en contextos enriquecidos por herramientas de tecnología creativa (*making*, diseño y fabricación digital).

Los objetivos propuestos conducen a las siguientes preguntas de investigación.

2.2 Preguntas de investigación

1. ¿Cómo se forma el docente en el diseño de entornos de aprendizaje?
 - a. ¿Qué acciones formativas fomentan en el docente el desarrollo de un estilo de enseñanza basado en el diseño de aprendizajes y en la facilitación?
 - b. ¿Cómo se construye y fortalece en el profesorado la competencia de facilitador de experiencias creativas a través del diseño y creación de artefactos?

Se pretende alcanzar los objetivos y contestar a las preguntas de investigación siguiendo las pautas metodológicas explicadas en el siguiente apartado.

2.3 Enfoque metodológico

En el estudio se ha aplicado un enfoque fundamentado en la *Design Based Research* (DBR). A continuación, se proporciona una breve descripción del enfoque y se procede a identificar aquellas características que justifican su elección.

2.3.1 Design Based Research

La DBR se empieza a desarrollar a principios de los años 90 gracias a un movimiento de investigadores liderado por Ann Brown (Collins, Joseph & Bielaczyc, 2004). Emerge de la necesidad de generar procesos de investigación sobre el aprendizaje que sean más relevantes para la práctica educativa en los contextos reales. La DBR se basa en la idea de que el aprendizaje necesita ser investigado en conjunto con la acción educativa, de acuerdo con las ideas del aprendizaje situado (Greeno, 1998) y la cognición distribuida (Salomon, 1993).

La DBR no es un método específico de recogida de datos y análisis. Más bien se

trata de un marco metodológico que orienta el uso de múltiples métodos. Puede utilizar diferentes metodologías de investigación: cualitativas, cuantitativas y mixtas. Tiene como objetivo producir conocimiento acerca del aprendizaje como también fomentar el desarrollo de formas particulares de enseñanza y aprendizaje. Por esta razón, en el abanico de métodos que puede utilizar, aparece también el diseño de programas. Esta característica del enfoque metodológico, en el caso concreto de la presente investigación, permite, por ejemplo, la integración del diseño de programas con un estudio de caso.

Es un enfoque metodológico en el cual el diseño de aprendizajes y la investigación son interdependientes. Por un lado, el diseño de los entornos de aprendizaje sirve de contexto para la investigación; por el otro, el análisis continuo y el análisis retrospectivo proporcionan información para desarrollar y mejorar el diseño (Cobb & Gravemeijer, 2008).

La DBR no se limita a reportar los resultados de un proceso de diseño, sino que aspira a ofrecer lo que Gee (2013) define como “*storied truths*”. Es decir, una “narración”, un “relato” construido en base a evidencias procedentes del contexto de estudio y a la acción reflexiva de sus participantes. Es una práctica que requiere rigor metodológico y la explicitación de los detalles de los procesos involucrados para que otros puedan valorar su contribución, así como establecer las conexiones a sus propios contextos.

Según Barab (2014), una cuidadosa narrativa del proceso de diseño puede funcionar como fundamento para lo que Stake (1995) define como “*petite generalizations*”, generalizaciones menores. Se trata de generalizaciones que se producen con regularidad y que constituyen la base para las generalizaciones naturalistas, es decir, “conclusiones a las que se llega mediante la implicación personal en los asuntos de la vida o mediante una experiencia vicaria tan bien construida que las personas sienten como si ellas mismas las hubieran tenido” (Stake 1995, pg. 78).

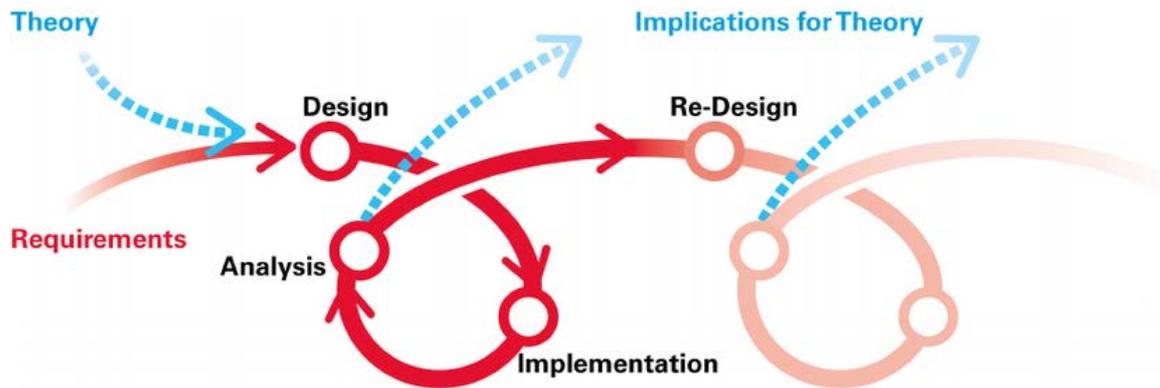


Figura: 3 Dinámica de funcionamiento de la DBR. Fuente Fraefel (2014)

Tal como ilustra la Figura 3, la dinámica de funcionamiento de la DBR se genera a partir de un modelo preliminar definido en base a la teoría disponible y a las necesidades del contexto en el que se aplica. Este primer paso permite definir un diseño inicial del entorno para proceder a su implementación y al análisis de su funcionamiento. Los datos recogidos en esta etapa y el resultado del proceso analítico y evaluativo constituyen, por un lado, la base para el re-diseño del entorno y, por el otro, alimentan el conjunto de datos que serán objeto del análisis retrospectivo de todo el proceso.

El proceso de la DBR produce el desarrollo y la puesta en marcha a través de la interacción de ciclos de diseño de entornos de aprendizaje, así como de materiales o herramientas en un contexto real de aprendizaje (por ejemplo, un aula). Paralelamente permite recoger datos y llevar a cabo dos tipos diferentes de análisis: un primer análisis dirigido a la mejora y adaptación del entorno durante su puesta en marcha; y un segundo análisis de carácter retrospectivo. Este último permite definir principios de diseño para la transferencia del entorno a otros contextos, así como entender la naturaleza de los núcleos problemáticos que se hayan generado a lo largo del proceso.

El énfasis en la definición de principios de diseño es lo que diferencia la DBR de la Investigación-Acción y de la Evaluación Formativa. En la DBR el diseño no busca generar un cambio o la resolución de un problema ni satisfacer las necesidades de un entorno particular, sino que asume una finalidad marcada por

el diseño de aprendizajes. Se configura, así como estrategia para explorar y entender relaciones entre la teoría y la práctica (Barab & Squire, 2004). Haciendo explícito el proceso de diseño, y estableciendo pautas (principios de diseño) para la generación de entornos educativos basados en un determinado enfoque educativo, la DBR genera caminos para conectar teoría y práctica.

La teoría que se extrae es un conocimiento, por un lado, útil para la adaptación de los diseños en nuevos contextos. Por otro lado, también se extrae un conocimiento compatible con la teoría o el enfoque general elegido. En las palabras de Cobb *et al.* (2003, p.10) *“the theory must do real work. General philosophical orientations to educational matters—such as constructivism—are important to educational practice, but they often fail to provide detailed guidance in organizing instruction”*.

Tal como señalan Molina, Castro, Molina & Castro, (2011), en el paradigma de la DBR se identifican semejanzas con la investigación-acción, como su carácter cíclico, las dinámicas de retroalimentación entre teoría y práctica, su desarrollo en contextos reales y su interés por la interpretación y mejora de la realidad educativa. No obstante, destacan importantes diferencias entre ambas. Principalmente en los objetivos que persiguen. Mientras que la investigación-acción, a razón de su origen en el paradigma crítico, busca la generación de un cambio, el desarrollo de las personas involucradas en el proceso educativo, en la DBR lo que se persigue es el desarrollo de una teoría o algún otro producto, teórico o práctico del diseño, sin necesidad de que surjan a raíz de una problemática existente. El objetivo del proceso de investigación no es dar respuesta a un problema, sino desarrollar un producto particular, ya sea teórico o no, así como generar información sobre el proceso de diseño que aporte indicaciones para estructurar futuros diseños.

Anderson & Shattuck (2012) señalan la dificultad para diferenciar la DBR de la Investigación acción²¹ debido al hecho de que comparten muchos elementos

²¹ Se considera aquí la IA desde una perspectiva pragmatista, lo mismo no se aplica si situamos la IA en el marco de la pedagogía crítica.

constitutivos desde el punto de vista epistemológico, ontológico y metodológico. Cole, Puroo, Rossi & Sein (2005) incluso recomiendan la integración de las dos metodologías. En su visión, la DBR se beneficiaría por la incorporación de una etapa más reflexiva, típica de la Investigación acción; así como esta última saldría potenciada por la integración de la mayor capacidad de producción de teorías, artefactos, prototipos y modelos, característica de la DBR.

Es importante aclarar que la teoría, esto es, el tipo de conocimiento que se puede llegar a desarrollar con un estudio estructurado como DBR, no es de carácter general, sino que es relativa al dominio específico en el que se genera. No nos permite generalizar ni identificar relaciones causales entre variables, pero nos permite construir un marco en el que desarrollar el diseño de nuevos entornos de aprendizaje a partir de la implementación y el análisis reiterativo de entornos similares. También permite llegar a la elaboración de principios de diseño y de metodologías para el diseño de aprendizajes.

2.3.2 Justificación metodológica

La DBR parece la elección metodológica más adecuada para este estudio de acuerdo con las razones que se presentan a continuación.

Se quiere llevar a cabo el diseño y la implementación de un entorno de formación docente en *making*. Tal como se ha adelantado en el capítulo 1, eso es compatible con unas estrategias de formación basadas en la implicación del docente en procesos de diseño e implementación de mejoras (Parke & Coble, 1997; Borko, 2004; Ball & Cohen, 1996; Parke & Coble 1997; Penuel, Fishman, Yamaguchi & Gallagher, 2007), así como de co-diseño de entornos de aprendizaje por equipos mixtos de profesionales, investigadores y alumnado (Bannan-Ritland, 2008; Voogt et al, 2015).

Las prácticas de diseño y de co-diseño son situaciones de aprendizaje muy complejas que involucran de varias maneras diversos agentes y herramientas en el desarrollo de entornos y artefactos.

El desarrollo del diseño, así como de los agentes y las herramientas implicados, evoluciona a lo largo del proceso. Por esa razón es necesario que la metodología sea flexible sin dejar de ser sistemática.

El estudio del proceso se genera en el contexto de su aplicación, durante un periodo de aproximadamente ocho meses por cada implementación y se alimenta gracias a la colaboración de profesorado, alumnado, investigadora y equipo del centro de arte.

La DBR es una metodología para la conducción de estudios de diseño, es decir, para investigaciones extensas acerca de las interacciones educativas provocadas por un conjunto de actividades o tecnologías en el contexto de su aplicación y durante su implementación (Confrey, 2005).

La DBR es un paradigma metodológico sistemático y flexible que tiene como finalidad incidir sobre las prácticas educativas a través del análisis reiterativo del diseño de programas y de su implementación (Wang & Hannafin, 2005).

Se basa en la interdependencia entre investigadores y profesionales. Actúa en el contexto de la intervención y conduce a la producción de pautas para el diseño y la elaboración de elementos teóricos (Wang & Hannafin, 2005).

La DBR permite tener en cuenta un extenso conjunto de procesos y contextos con el fin de capturar la complejidad de una intervención y mejorarla en varios ciclos de diseño. Todo esto con la finalidad de llegar a la elaboración de un diseño que se pueda adaptar a contextos diferentes. Se utiliza en el diseño y en la evaluación tanto de aplicaciones tecnológicas como de entornos de aprendizaje, ya que permite capturar diferentes aspectos de la interacción con la tecnología y desde varios puntos de vista (estudiantes, docentes, investigadores). La DBR se concentra más en el diseño y en los procesos de aplicación de una intervención que en sus resultados.

2.4 Contexto

Los centros de arte dedican parte de sus esfuerzos en convertirse en un recurso educativo que no solo acerque las propuestas artísticas al público en general, sino que sea una herramienta pedagógica, un espacio de experimentación y descubrimiento guiado por las preguntas de los visitantes y usuarios.

Este enfoque concibe los procesos de aprendizaje como prácticas sustentadas en el descubrimiento y la automotivación. Investigar y querer aprender sobre aquello que nos interesa replica el proceso creativo que desarrollan artistas y comisarios al enfrentarse a sus proyectos: buscar información y diseñar metodologías y herramientas para construir su propia narrativa sobre un tema.

LABoral²² es un centro de arte situado en Gijón, Asturias. Se inauguró en 2007 y su objetivo es investigar y exponer todo aquello relacionado con las manifestaciones culturales que son fruto del uso creativo de la tecnología a través de cuatro líneas de trabajo: investigación, exposición, producción y educación.

El objetivo del su programa educativo fue, desde el principio, realizar aportaciones a la oferta educativa asturiana. Para ello utiliza un programa de talleres de herramientas creativas profesionales y un programa escolar que va más allá de visitas a las exposiciones y talleres temporales, procurando, más bien, un espacio para la investigación y la experimentación en el ámbito educativo a través del arte y el uso creativo de la tecnología.

El enfoque metodológico es el mismo para los cursos y talleres dirigidos al público profesional que para el programa escolar. Los participantes deciden qué quieren desarrollar para aprender las técnicas o configurar las herramientas necesarias. Si bien es cierto que en el caso del público profesional y adulto hay un trabajo de contextualización acerca del uso de tecnología abierta y los

²² "LABoral Centro de Arte y Creación Industrial." <http://www.laboralcentrodearte.org/>. Se consultó el 6 dic.. 2017.

modelos colaborativos de trabajo, que no es necesario en el contexto infantil y juvenil.

El programa educativo de LABoral se desarrolla en el mismo centro de producción en el que trabajan los creadores que producen y exponen en el Centro de Arte, utilizando los mismos recursos y máquinas. Ahora bien, no se trata de enseñar una técnica, sino de plantear una propuesta en la que el participante se acerque a esa forma de hacer en el marco de su propia investigación. El Centro de Arte se presenta como un *aula expandida* que propone, en colaboración con las instituciones educativas de Asturias, nuevas herramientas para la formación y el desarrollo del conocimiento.

2.4.1 La evolución del programa educativo de LABoral Centro de Arte y Creación Industrial

Asturias cuenta con una red muy activa de centros de formación del profesorado. A través de ella comenzaron a programarse seminarios de arte dirigidos a docentes y educadores en general. Esta experiencia acercó a LABoral Centro de Arte a comunidades con las que el equipo del centro sigue trabajando hoy en día, pese a que el modelo de seminario resultaba muy corto en el tiempo y no permitía trabajar de forma directa con el alumnado. En 2009, en el marco del incipiente centro de producción de LABoral, se puso en marcha TVLAB²³. TVLAB es un proyecto de Pia Capisano y Daniel Miracle (a partir del 2016, Laura Malinverni) que consiste en un plató de televisión experimental y plataforma *online* por el que han pasado unos 200 alumnos y alumnas acompañados de su profesorado.

El trabajo en TVLAB supuso un cambio en la manera de trabajar en el programa educativo; por un lado, se trataba de un proyecto a largo plazo y dirigido específicamente al trabajo con la comunidad educativa, no vinculado directamente al programa expositivo o de actividad anual del Centro de Arte. Por otro lado, era una herramienta diseñada por un artista y construida en

²³ "TV-LAB — LABoral Centro de Arte y Creación Industrial."
<http://www.laboralcentrodearte.org/es/educacion/tv-lab>. Se consultó el 6 dic.. 2017.

colaboración con el centro de producción de LABoral que trabajaba con centros educativos y colectivos durante todo el año.

Este proyecto y las conclusiones extraídas a partir de sus resultados, determinó en gran parte la evolución del trabajo en el área de educación en LABoral. Los grupos escolares participaron regularmente en TVLAB a lo largo del año escolar, pero no se llegaron a establecer colaboraciones estables y profundas debido al poco tiempo del que disponen los centros para participar en actividades no incluidas en el programa de centro. Debido a esa carencia de tiempo de los centros, el trabajo se percibía más bien como actividad extraescolar desvinculada de la programación que como herramienta pedagógica aplicable al trabajo de aula.

La presencia de programas educativos vinculados a las líneas programáticas de LABoral pero “independientes” en su desarrollo supone un esfuerzo de coordinación a nivel de funcionamiento de un centro artístico: adaptar calendarios y uso de recursos a largo plazo; dar importancia a los procesos de trabajo y negociación con la comunidad; abrir líneas de investigación y, en definitiva, convertir el centro en un espacio en el que agentes externos y colaboradores participan de la evolución de los programas e incluso de ciertas decisiones a nivel programático.

La diferencia entre entender LABoral como espacio expositivo con líneas programáticas cerradas o un espacio de producción y educación que tiene que relacionarse con la comunidad, ha generado a lo largo de estos años una sucesión de prácticas de trabajo que tomaron forma definitiva con la presencia de un Fab Lab en LABoral. Un modelo de laboratorio que permite convivir a artistas en proceso de producción con la comunidad *maker*, con profesionales interesados en el uso creativo de la tecnología, investigadores, escolares, docentes y un gran número de usuarios que muchas veces incluso no ven LABoral como un centro de arte, sino como un laboratorio donde diseñar y producir sus propias ideas y recursos. Una comunidad, esta última, que ha realizado grandes aportaciones al programa de actividades del Centro de Arte.

En 2011 se inaugura, en las instalaciones del Centro de Arte FabLAB Asturias, un laboratorio de fabricación digital abierto y basado en la filosofía de código abierto (*open source*) y que ofrece recursos, humanos y materiales para diseñar y producir “casi cualquier cosa”. Su creación responde a la necesidad por parte de la comunidad educativa local de promover el aprendizaje independiente y la creación de recursos y prácticas que se adapten a las necesidades del alumnado.

En 2012, la Dirección de Formación Profesional, Desarrollo Curricular e Innovación Educativa de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte del Principado de Asturias se dirige a LABoral en el marco del programa de prevención del abandono escolar temprano. La finalidad es colaborar en el proyecto que desarrolla con grupos de escolares y docentes procedentes del Programa de diversificación curricular (BOPA, 148, 26 junio 2008) en institutos de secundaria asturianos.

El programa de prevención del abandono escolar temprano pretendía construir nuevos espacios de aprendizaje a través de procesos de investigación, promoviendo un cambio en el modelo organizativo y curricular. En el caso de LABoral, se proponía un conocimiento del lenguaje tecnológico para un uso transversal de las TICs y al mismo tiempo fomentar la experimentación y el pensamiento crítico a través de tres líneas de trabajo:

- *TVLAB-Laboratorio de televisión experimental*, desarrollado por Pia Capisano y Daniel Miracle.
- *Programación creativa*, desarrollada por David Dalmazzo y más adelante, Luis Díaz.
- *Aprender a través del diseño y la fabricación digital*, desarrollada por la autora de esta memoria de tesis.

El objetivo fundamental de las tres líneas de trabajo era ofrecer un espacio para reflexionar sobre la práctica docente a través del hacer, diseñar actividades

dirigidas tanto a docentes como al alumnado y desarrollar el pensamiento crítico a partir de la experimentación con herramientas tecnológicas.

La línea *Aprender a través del diseño y la fabricación digital* es el contexto en el que se desarrolla el diseño preliminar del entorno de formación en *making educativo*.

Durante los cursos escolares 2013-14, 2014-15 y 2015-16, las tres líneas de trabajo se vuelven a desarrollar en el marco de AuLAB, una actividad experimental —integrada en la programación de los centros— que tiene como finalidad última el desarrollo personal del alumnado a través de las competencias básicas. En el marco del proyecto AuLAB se llevan a cabo las tres implementaciones (IMP1, IMP2 e IMP3) del entorno de formación en *making educativo*.

2.4.2 AuLAB

La participación de los centros escolares en AuLAB está vinculada al Programa Contrato-Programa²⁴. Este es un programa de la Dirección de ordenación académica y formación del profesorado, dirigido a centros escolares públicos asturianos. Cada centro firma un acuerdo por cuatro años con la consejería de Educación, Cultura y Deporte del Principado de Asturias. El objetivo fundamental del acuerdo es desarrollar estrategias para promover el éxito escolar de su alumnado.

El elemento principal del Programa Contrato-Programa es el plan de mejora que los propios centros desarrollan. Estos planes se concretan en la Programación General Anual (PGA) y se enmarcan en el Proyecto Educativo del Centro (PEC). Se destacan dos aspectos fundamentales del Programa Contrato-Programa:

- Formación del profesorado. Un equipo impulsor lidera el programa en cada centro, poniendo especial énfasis en la participación de todo el

²⁴ "Contrato programa - Educastur." <https://www.educastur.es/contrato-programa>. Se consultó el 6 dic.. 2017.

profesorado y proporcionando formación y herramientas que mejoren su práctica educativa en el aula.

- Evaluación del proceso. Se pretende fomentar un modelo de autoevaluación que permita al cuerpo docente adaptarse a las diferentes necesidades de su alumnado de forma progresiva pero continua.

Durante el primero de los cuatro años contemplados, el Programa Contrato-Programa dispone que los centros participen en una experiencia de innovación metodológica que les sirva de referencia. La línea *Aprender a través del diseño y la fabricación digital* del programa AuLAB es una de ellas. Los centros realizan su plan de autodiagnóstico y van desarrollando o planteando los recursos que creen convenientes para cubrir las necesidades de su comunidad escolar. Durante este proceso reciben aporte económico y acompañamiento del servicio técnico de la Consejería de Educación.

Aunque se mantengan las mismas líneas de trabajo mencionadas en el apartado anterior, se decide incidir más en la idea de aprendizaje a través de la experiencia, trabajo por proyectos y programación por competencias. Estas dos últimas como parte de la estrategia desarrollada por parte de la propia administración, que incluye una asesoría pedagógica para acompañar a los docentes.

Además de los objetivos base, ya trabajados en el programa de prevención, se quieren fomentar prácticas de reflexión continua a partir de la documentación de los procesos (Consejería de Educación, Cultura y Deporte. Dirección General de Formación Profesional, Desarrollo Curricular e Innovación Educativa. Servicio de Alumnado, Orientación y Participación., 2014).

2.5 Fases de la investigación

La investigación se articula en dos estudios:

1. **Estudio del proceso de diseño** (EPD), una DBR para el diseño, la implementación y la evaluación del entorno de formación.

2. **Estudio del crecimiento o desarrollo profesional (ECP)** de los docentes participantes.

Un estudio de caso (Stake, 1995) de naturaleza interpretativa que analiza el contexto del diseño del entorno en *making*, objeto de la DBR, para comprender los núcleos problemáticos detectados en relación con el crecimiento profesional de una muestra de docentes participantes.

Los dos estudios están interrelacionados; comparten el contexto de acción, parte de los participantes, parte del conjunto de datos y parte de los instrumentos utilizados para su recogida. Ambos estudios contribuyen a dar respuesta a las preguntas de la investigación:

1. ¿Cómo se forma el docente en el diseño de entornos de aprendizaje?
 - a. ¿Qué acciones formativas fomentan en el docente el desarrollo de un estilo de enseñanza basado en el diseño de aprendizajes y en la facilitación?
 - b. ¿Cómo se puede fomentar en el profesorado la autonomía y la reflexión a la hora de diseñar entornos de aprendizaje ricos en tecnología?
 - c. ¿Cómo se construye y fortalece en el profesorado la competencia de facilitador de experiencias creativas a través del diseño y creación de artefactos?

El Estudio del crecimiento profesional de los docentes (ECP) tiene lugar en la fase de análisis retrospectivo del estudio del proceso de diseño (EPD). En esta, una vez diseñado implementado y evaluado el entorno, se lleva a cabo el análisis del conjunto de los datos recogidos y se realizan entrevistas en profundidad con una muestra intencional de docentes.

La identificación y el análisis de los núcleos problemáticos tiene un papel muy importante en el conjunto de la investigación. Ambos estudios utilizan los núcleos problemáticos detectados durante el proceso como dimensiones de análisis.

Por un lado, la detección y análisis de los núcleos problemáticos se utiliza en el estudio del proceso de diseño (EPD) para la toma de decisiones sobre el diseño del entorno. La relación entre núcleos problemáticos y decisiones de diseño es la base para la reconstrucción del proceso de diseño del entorno y también para la definición de los principios de diseño para su transferencia. Por otro lado, los núcleos problemáticos permiten definir las dimensiones para la comprensión del desarrollo profesional de los docentes participantes en el estudio del crecimiento profesional (ECP).

2.5.1 Estudio del proceso de diseño (EPD)

En el estudio del proceso de diseño (EPD) se explicita el proceso de diseño del entorno de aprendizaje para la formación continua del profesorado en *making* educativo. El entorno se define según una estructura, un conjunto de contenidos y recursos, así como por un grupo de principios de diseño (*design principles*) o patrones pedagógicos que se extraen de la puesta en marcha del entorno de formación en varios ciclos de diseño y del análisis de los datos recogidos.

Con el estudio del proceso de diseño se pretende alcanzar los siguientes objetivos de la investigación:

- Diseñar e implementar un entorno de aprendizaje para la formación docente en *making* educativo.
- Identificar pautas para la transferencia del entorno a otros contextos.

Según el marco metodológico de la DBR en la aproximación de Reimann (2011), cada ciclo de diseño consta de las siguientes fases:

1. *Preparación*

En la fase preparatoria del diseño se delinea la trayectoria de aprendizaje deseada; se contextualiza teóricamente la intervención y se establecen sus objetivos provisionales. Estos elementos constituyen el diseño preliminar del entorno de formación en *making* educativo que se implementa en la fase de experimentación.

2. *Experimentación*

En la fase de experimentación se implementa el diseño provisional y se procede a la interpretación cíclica de los hechos relevantes que se generan en el marco de la implementación. Se utilizan diferentes métodos de recogida de datos como la observación, la entrevista semi-estructurada, la evaluación formativa y el análisis de los artefactos producidos para determinar las evoluciones del diseño en los ciclos sucesivos. El patrón interpretativo es cambiante, por lo que se articula a lo largo del proceso mientras se va documentando. Durante la fase de experimentación también se lleva a cabo una evaluación formativa constante y un análisis preliminar de las evidencias recogidas entre una sesión y otra, para ir adaptando el diseño según su puesta en marcha.

3. *Análisis*

Una vez terminado un ciclo de experimentación se lleva a cabo un análisis retrospectivo sobre el conjunto de los datos recogidos a lo largo de todo el proceso. En este análisis se reconstruye la evolución del diseño preliminar en el entorno final. Se analizan los núcleos problemáticos en relación a las decisiones de diseño tomadas. Asimismo, siempre en base a los núcleos problemáticos detectados y a su relación con las decisiones de diseño tomadas se extraen los principios de diseño o patrones pedagógicos para la transferencia del entorno. La gramática argumentativa de la DBR es similar a la que regula la investigación cualitativa en general, es decir, los resultados siempre se refieren a una situación específica y la causalidad que se establece entre los eventos observados no es predictiva ni prescriptiva. El conocimiento que se obtiene se refiere a: (i) la interpretación del contexto específico; (ii) el marco y los principios para la elaboración de diseños sucesivos; (iii) las metodologías para el diseño de aprendizajes (Reimann, 2011). En esta misma fase tiene lugar el estudio de caso sobre el crecimiento profesional de los docentes participantes tal como se explica a continuación.

2.5.2 Estudio del crecimiento profesional (ECP)

Con el estudio del crecimiento profesional (ECP) se quiere:

- Comprender el cambio/desarrollo profesional percibido por los docentes participantes en el proceso de co-diseño.
- Contribuir a dar respuesta a las preguntas generales de la presente investigación:
 - ¿Cómo se forma el docente en el diseño de entornos de aprendizaje?
 - ¿Qué acciones formativas fomentan en el docente el desarrollo de un estilo de enseñanza basado en el diseño de aprendizajes y en la facilitación?
 - ¿Cómo se construye y fortalece en el profesorado la competencia de facilitador de experiencias creativas a través del diseño y creación de artefactos?

Se quiere analizar, el crecimiento profesional de una parte de los docentes con el fin de comprender las implicaciones de su participación en el proceso de diseño e implementación del entorno de formación en *making* educativo en relación a su desarrollo como facilitadores de aprendizajes experienciales en contextos enriquecidos por herramientas de tecnología creativa.

En la línea de Clarke & Hollingsworth (2002) en el estudio se entiende el crecimiento/desarrollo profesional del docente como el proceso de construcción activa de diferentes tipologías de conocimiento (pedagógico, de contenido e instrumental) así como proceso de generación de cambios en el sistema de creencias del docente a raíz de su participación en el diseño del entorno de formación en *making* educativo.

Con esa finalidad se incorpora a la fase de análisis retrospectivo de la DBR un estudio de caso (Stake, 1995) de naturaleza interpretativa, para comprender la naturaleza de los procesos de cambio que llevan al docente a la incorporación

del enfoque propuesto a su práctica de enseñanza y responder a las siguientes preguntas específicas:

- ¿Cómo se desarrolla el proceso de crecimiento o desarrollo profesional percibido por el docente?
- ¿Qué elementos motivan al docente a incorporar el enfoque propuesto por el entorno de formación en *making* educativo?
- ¿Qué elementos bloquean o dificultan la incorporación del enfoque propuesto?

Para responder a estos interrogantes se realizan entrevistas en profundidad con una muestra intencional de docentes y se triangula la información con el conjunto de datos procedentes del estudio del proceso de diseño.

2.6 Participantes en el Estudio del proceso de diseño (EPD)

Los participantes en el Estudio del proceso de diseño (EPD) han sido seleccionados según su participación en el Programa auLAB, impulsado por la Dirección de Formación Profesional, Desarrollo Curricular e Innovación Educativa de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte del Principado de Asturias en colaboración con LABoral Centro de Arte y Creación Industrial de Gijón, Asturias. Se cuenta con participantes procedentes de las siguientes áreas:

- Profesorado de la escuela pública del Principado de Asturias.
- Investigadora/formadora.
- Equipo del Departamento de Educación LABoral Centro de Arte y Creación Industrial.
- Expertos/as en *making* educativo.

2.6.1 Profesorado

Entre septiembre del 2013 y mayo del 2016 se llevan a cabo tres implementaciones del entorno de formación con diferentes grupos de docentes.

La primera implementación (IMP1) se lleva a cabo durante el año escolar 2013-2014 y se dirige a grupos de profesorado y alumnos del segundo ciclo de primaria y de 4º de Diversificación curricular de la ESO.

De los 20 docentes participantes, 12 proceden de la ESO (6 del ámbito práctico²⁵; 4 del ámbito científico-tecnológico; 2 del departamento de orientación), 8 de centros de primaria (4 profesores de aula y 2 directores).

La segunda implementación IMP2 se lleva a cabo durante el año escolar 2014-2015 e involucra a 10 docentes (8 de primaria; 2 de la ESO). Se lleva a cabo una formación docente intensiva de 12 horas en septiembre de 2014 y sucesivamente una formación en acción en talleres bimensuales intensivos de trabajo conjunto en laboratorio para profesorado y alumnado (6 sesiones de 2 días).

La tercera implementación (IMP3) se lleva a cabo durante el año escolar 2015-2016 e involucra a 11 docentes (8 de primaria; 3 de educación especial) y a 42 estudiantes. Se lleva a cabo una formación docente intensiva de 12 horas en septiembre del 2015 y sucesivamente una experiencia de formación, denominada *formación en acción*, estructurada en talleres bimensuales intensivos en los que profesorado, alumnado y investigadora/formadora trabajan conjuntamente (6 sesiones cada una de 2 días).

2.6.2 Expertos/as

El *making* es una práctica innovadora y de desarrollo muy reciente; por eso, el estudio trata de acceder al conocimiento de aquellos sujetos que han sido pioneros en su implementación y que han podido experimentar y reflexionar sobre su práctica en primera persona.

Se utiliza la contribución de dos diferentes grupos de expertos en dos momentos de la investigación:

- 1) Grupo de expertos procedentes de *Fablearn Fellowship Program*²⁶: cinco

²⁵ El Programa de diversificación curricular se estructura la organización de las disciplinas en ámbitos: ámbito lingüístico y social; un ámbito científico-tecnológico; un ámbito de carácter práctico, en cuyo caso éste incluirá los aspectos básicos del currículo de la materia de Tecnologías (BOPA, 148, art.5, 26 junio 2008).

²⁶ *Fablearn Fellows Program* es un programa impulsado por el TLTL. Transformative Learning Technology Lab de la Graduate School of Education de la Universidad de Stanford que reúne educadores expertos en cultura *maker* y fabricación digital procedentes de varios países del

docentes con un alto nivel de experiencia en el ámbito del *making*, fabricación digital y prototipado rápido en contextos educativos. Estos docentes también se dedican a la formación de formadores.

- 1) Grupo de expertos en *making* educativo procedentes del contexto español e iberoamericano. Se seleccionan por su probada experiencia en la implementación de entornos basados en *making*. Se selecciona:
 - a) Un director de centro de primaria y secundaria.
 - b) Un docente de secundaria.
 - c) Dos docentes universitarios, área de formación docente.
 - d) Una asesora pedagógica experta en la implementación de programas basados en *making*.

La contribución del primer grupo de expertos se recoge con anterioridad a la IMP1 para identificar pautas y con ellas generar el diseño preliminar del entorno de formación docente en *making* educativo.

La contribución del segundo grupo de expertos se utiliza en el proceso de validación de los principios de diseño extraídos de la puesta en marcha del entorno.

2.6.3 Equipo del Departamento de Educación LABoral Centro de Arte y Creación Industrial

Participa en el desarrollo del diseño del entorno el equipo del departamento de educación del centro de arte. El equipo trabaja conjuntamente con la investigadora/formadora en la puesta en marcha del entorno en las 4 implementaciones y está formado por:

- Responsable Departamento Educación.
- Responsable laboratorio fabLAB.
- Responsable Proyectos fabLAB.

La responsable del Departamento de educación mantiene el contacto con los centros escolares participantes, así como con la administración, y coordina el calendario de las sesiones de trabajo. Además, coordina la documentación de las actividades y la redacción de las memorias de evaluación.

Los responsables de laboratorio y proyectos fabLAB actúan como facilitadores de los aspectos más tecnológicos de la actividad y apoyan a la investigadora/formadora en el diseño de actividades de formación.

El equipo y la investigadora tienen reuniones periódicas para llevar a cabo la evaluación formativa de las actividades previstas para el proceso de diseño del entorno. Las reflexiones que resultan del proceso de evaluación se incorporan al Diario reflexivo de la investigadora (DRI) y se utilizan para la triangulación con otras de fuentes de datos.

2.6.4 Investigadora/facilitadora

Tal como señalan Molina et al. (2011), en el marco metodológico de la DBR “los investigadores se convierten en una parte integral del sistema que están investigando, interaccionando con él, lo que conduce a complejas relaciones que rompen la habitual distinción entre investigadores, docentes y alumnos” (p. 79).

En el caso concreto de esta investigación, la investigadora/formadora participa activamente de todo el proceso. Lleva a cabo, por un lado, las tareas previstas para el diseño del entorno, su desarrollo e implementación; por el otro, la recogida y análisis de los datos. A lo largo del proceso asume varios roles y desempeña diferentes tareas:

1. Diseño del entorno de la IMP1.
2. Facilitación de las actividades de formación en IMP1; IMP2; IMP3.
3. Diseño y adaptación del entorno en IMP2; IMP3.
4. Observadora participante de todo el proceso (diseño, implementación, evaluación).

2.7 Participantes en el Estudio del crecimiento profesional (ECP)

Para el Estudio del crecimiento profesional de los docentes, se seleccionan 4 docentes entre los participantes en el Estudio sobre el proceso de diseño (EPD) en base en los siguientes criterios:

1. El docente ha participado en todas las fases de diseño y experimentación del entorno en una de sus implementaciones: formación inicial (o iniciación); *formación en acción*; evaluación.
2. El docente ha participado en más de una implementación del entorno o ha tenido la oportunidad de poder implementar lo aprendido en una situación similar.
3. El docente decide incorporar el enfoque propuesto por el entorno de formación a su práctica profesional en parte o integralmente.

En la Tabla 2 se resumen tiempos, participantes, contexto y tipo de datos recogidos.

Tabla 2

Resumen de participantes y tipología de datos

Fase	Participantes	Contexto	Instrumento
EPD Contribución de expertos	5 docentes expertos en <i>making</i>		Entrevistas semi-estructuradas
EPD IMP1 2013/14	20 docentes (8 de primaria; 12 de ESO)	Formación docente: taller práctico intensivo de iniciación al <i>making</i> ;	Artefactos Proyectos realizados Diario investigadora
Formación inicial	Investigadora/formadora	Diseño de proyectos para realizar con el alumnado	foto/vídeo
EPD IMP1 2013/14	175 estudiantes de 9 centros (4 de primaria, 5 de ESO)	Talleres bimensuales intensivos de trabajo conjunto en laboratorio para profesorado y alumnado (6 sesiones de 2 días)	Artefactos Proyectos realizados Diario investigadora
Formación en acción	Investigadora/formadora Responsable de laboratorio		Memorias, Diarios de participantes Foto/Vídeo
EPD IMP2 2014/15	13 docentes (8 de primaria; 12 de ESO);	Formación docente: taller práctico intensivo de iniciación al <i>making</i> ; Diseño de proyectos para realizar con el alumnado	Artefactos Proyectos realizados Diario investigadora
Formación inicial	Investigadora/formado-ra		Foto/vídeo

EPD IMP2 2014/15 Formación en acción	68 estudiantes de 5 centros (2 de primaria, 3 de ESO); 13 docentes; Investigadora; Responsable de laboratorio	Talleres bimensuales intensivos de trabajo conjunto en laboratorio para profesorado y alumnado (6 sesiones de 2 días)	Artefactos Proyectos realizados Diario investigadora Memorias, diarios de participantes Foto/vídeo
EPD IMP2 2015/16 Formación en acción	11 docentes (8 de primaria; 12 de ESO); Investigadora/formadora;	Formación docente: taller práctico intensivo de iniciación al <i>making</i> ; Diseño de proyectos para realizar con el alumnado	Artefactos Proyectos realizados Diario investigadora Foto/vídeo
ECP	42 estudiantes de 4 centros (3 de primaria 1 de educación especial); 11 docentes investigadora/formado-a	Talleres bimensuales intensivos de trabajo conjunto en laboratorio para profesorado y alumnado	Artefactos Proyectos realizados Diario investigadora memorias, diarios de participantes Foto/vídeo
EPD	3 docentes que han participado en el diseño del programa 5 expertos en la implementación de <i>making educativo</i>	Entrevistas con una muestra intencional de participantes Proceso de validación a través de expertos	Entrevistas semi-estructuradas con guion Questionario/

2.8 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los datos han sido recogidos durante cada sesión de trabajo en las cuatro implementaciones a partir de septiembre del 2013 con las técnicas de recolección e instrumentos descritos a continuación.

2.8.1 Observación participante

La observación participante es la fuente principal de recogida de datos. La investigadora/formadora acompaña a los grupos de docentes y participa en las reuniones del equipo de educación en todas las fases del desarrollo del entorno de formación. A partir de la observación del trabajo de los grupos de docentes y de las contribuciones de los compañeros, la investigadora/formadora procede a la anotación en su cuaderno de campo de los hechos que identifica como significativos.

Como se ha explicado anteriormente, la investigadora ejerce también de formadora y facilitadora de las actividades de formación. Este aspecto puede dificultar la observación y la recogida de datos significativos. Por esta razón, las observaciones se acompañan de imágenes, fotos o vídeos tomados por terceros, que permiten integrar las notas del cuaderno de campo entre una sesión de trabajo y otra.

De modo compatible con las recomendaciones de Albertín Carbó (2007), el cuaderno de campo asume una función informativa. Por tanto, incorpora:

1. Comentarios personales y opiniones.
2. Juicios valorativos.
3. Selecciones y toma de decisiones.
4. Formulaciones de hipótesis.
5. Impresiones y emociones.
6. Cuestiones, dudas y dilemas, suscitados al hilo de la escritura de las múltiples situaciones y conversaciones relatadas.

A partir de las notas del cuaderno de campo de las sesiones con el profesorado, de las imágenes recogidas y de las aportaciones de los compañeros del equipo, se construye el Diario reflexivo de la investigadora.

2.8.2 Diario reflexivo de la investigadora

Tal como señala Ortlipp (2008), la escritura de diarios reflexivos es una estrategia para hacer visibles, a parte de opiniones y pensamientos del investigador, los procesos de generación de datos, análisis e interpretación. Esto es compatible con la necesidad de explicitación del proceso de diseño, que viene implícita por la adopción del enfoque basado en la DBR (Barab, 2014).

Además, la reflexión crítica sobre el proceso de investigación permite aportar cambios al diseño de investigación y visibilizar la complejidad que conlleva el proceso de investigación y que no emerge en la comunicación de los resultados.

El diario reflexivo es un instrumento para la integración de las notas brutas provenientes de la observación con el material audiovisual producido por el equipo de documentación del centro de arte y con las reflexiones personales de la investigadora entre una sesión y otra. Además, integra las observaciones y las reflexiones resultantes de las reuniones de evaluación con el equipo del Departamento de educación.

Entre una sesión de trabajo y la otra, la investigadora explicita los hechos significativos observados. Si es posible, los integra con material audiovisual y procede a la formulación de generalizaciones menores (Stake, 1995) sobre los hechos significativos detectados y las decisiones de diseño tomadas durante el proceso.

En el diario reflexivo también se lleva a cabo un primer proceso de triangulación de fuentes, contrastando observaciones de la propia investigadora, imágenes capturadas por el equipo de documentación y observaciones de los miembros del equipo del departamento de educación.

2.8.3 Análisis de artefactos

En el contexto de los entornos de aprendizaje basados en el *making*, la producción de artefactos como parte del proceso de aprendizaje es un elemento muy significativo. Esto es compatible con la teoría constructorista del aprendizaje de Papert (1980) y Papert & Harel (1991).

En las actividades de introducción y en el trabajo conjunto con el alumnado, el profesorado produce una serie de artefactos, que pueden ser objetos físicos, aplicaciones o materiales para la organización del espacio.

Los artefactos producidos a lo largo del proceso son una fuente valiosa de información. Es posible extraer elementos importantes acerca de los procesos que llevaron a su realización, como las técnicas empleadas y su relación con los aprendizajes propuestos en la formación docente.

Los artefactos producidos se documentan a través de imágenes durante las sesiones, tratando de capturar, cuando es posible, todas las fases de su realización: ideación, prototipado inicial, diseño digital y fabricación. La información recogida se organiza en portfolios.

2.8.4 Portfolios

Los portfolios son documentos digitales que integran las imágenes relativas a la realización de los artefactos con elementos textuales descriptivos y reflexivos.

Por cada imagen o por cada bloque de imágenes correspondiente a la realización del artefacto significativo se elabora:

1. Una descripción del artefacto, del contexto de procedencia y de los participantes involucrados.
2. Una reflexión sobre las relaciones entre el artefacto producido y los aprendizajes propuestos en las actividades de formación.

2.8.5 Revisión documental

A lo largo del proceso de diseño del entorno de formación, los actores implicados producen diferentes tipologías de documentos:

1. Proyectos.
2. Documentación de las sesiones de trabajo.
3. Actas de reuniones.
4. Memorias de evaluación.
5. Textos reflexivos.

Proyectos

Los proyectos son documentos de planificación de actividades dirigidas al alumnado. Son elaborados por parte del profesorado al terminar la formación inicial en la que se requiere hacer una primera adaptación de lo aprendido en la formación inicial en *making* para su contexto de aula o de centro. Los proyectos nos pueden ofrecer información valiosa sobre el proceso de concreción, la profundidad del trabajo realizado y las conexiones con el trabajo en el aula.

Documentación de sesiones de trabajo

Durante el proceso de diseño del entorno, se invita al profesorado participante a documentar con imágenes y textos las sesiones de trabajo. La documentación resultante es una fuente de información útil a la hora de analizar el nivel de compromiso del docente, así como su comportamiento en relación a la elaboración de documentación.

Textos reflexivos de docentes

En el marco de la actividad formativa para fomentar la reflexión sobre aspectos teóricos implicados por el proceso de diseño, se invita al profesorado a elaborar textos reflexivos sobre elementos teóricos presentados durante la formación. Los textos reflexivos son una fuente de información que permite analizar la comprensión de los elementos

presentados, así como la reacción del docente a la demanda de profundización de los contenidos más teóricos de la formación.

Acta de reuniones

Las actas recogen los temas tratados conjuntamente en las reuniones mensuales por el equipo de educación del centro de arte y la investigadora.

Memorias de evaluación

Las memorias de evaluación se realizan de forma anual, esto es, para cada una de las implementaciones, por parte del equipo de educación del centro de arte.

2.8.6 Contribución de expertos

Se utiliza la contribución de dos grupos de expertos en dos etapas diferentes de la investigación con dos objetivos distintos:

- primera contribución de expertos en *making* para la elaboración del diseño preliminar del entorno de formación
- segunda contribución de expertos para la validación de los principios de diseño extraídos de la puesta en marcha del entorno

Con anterioridad a la primera implementación (IMP1), se recoge la contribución de educadores expertos en la implementación de programas y entornos basados en el *making*, para definir el primer diseño del entorno.

Primera contribución de expertos

La primera contribución se recoge a través de entrevistas semi-estructuradas. Debido a la procedencia de los participantes, las entrevistas se realizan en inglés y en línea, utilizando la herramienta de vídeo llamada Skype²⁷ potenciada por Ecam²⁸, un complemento (*plug-in*) que permite la grabación de audio y vídeo durante la llamada.

²⁷ "Skype." <https://www.skype.com/es/new/>. Se consultó el 2 dic.. 2017.

²⁸ "Call Recorder for Skype - The Skype Audio/Video HD Call Recording" <http://www.ecamm.com/mac/callrecorder/>. Se consultó el 2 dic.. 2017.

El guion de la entrevista (Anexoxxx) se elabora alrededor de dos elementos: la experiencia personal como educador *maker* y los aspectos relevantes de la formación docente en *making*.

El primer elemento sigue una lógica de tipo biográfico con la intención de dejar a la persona entrevistada la posibilidad de articular un relato que conecte diversos componentes de su vivencia en relación a la adopción de una aproximación basada en las prácticas *maker*. Se quiere capturar la experiencia desde la perspectiva de su práctica pionera en el desarrollo de entornos basados en el *making* y de las vinculaciones que la experiencia ha tenido con su sistema de creencias como docente. Con esta finalidad se sitúa al principio de la entrevista, justo después de la presentación formal, ¿la pregunta How did you become a maker teacher?, para favorecer la generación de un relato que explicita conexiones entre experiencias formativas y la adopción de determinadas aproximaciones hacia las dinámicas de enseñanza y aprendizaje.

El segundo elemento del guion busca la contribución de la persona entrevistada desde una perspectiva profesional, como formador de formadores. Además, se propone la finalidad de recoger pautas metodológicas y de contenido en relación al diseño del entorno de formación docente en *making*.

Segunda contribución de expertos

La segunda contribución de expertos se realiza en la fase de análisis retrospectivo del EPD para la validación de los principios de diseño extraídos de la puesta en marcha del entorno.

Para validar los principios de diseño se seleccionan 5 expertos en *making* educativo procedentes del contexto español e iberoamericano. La elección se basa en su probada experiencia en la implementación de entornos de aprendizaje basados en *making*.

A los expertos se les envía por correo electrónico una invitación (Anexo xxx)

en la que se explica el proceso, se ofrece una contextualización y una descripción de los principios y se indica la localización web para realizar un cuestionario *online*, creado con la herramienta GoogleForm,²⁹ a partir del instrumento para la validación de patrones de diseño a través de expertos de Gros y otros (2016) tal como resulta en la Tabla 3.

Este instrumento permite valorar los principios respecto a las siguientes características:

Claridad, pertinencia, coherencia con las situaciones educativas, su flexibilidad y adaptabilidad a situaciones reales de aprendizaje basadas en el *making* y su compatibilidad con un enfoque basado en el estudiante.

²⁹ "Formularios de Google: crea y analiza encuestas de forma gratuita." <https://www.google.com/intl/es/forms/about/>. Se consultó el 2 dic.. 2017.

Tabla 3

Instrumento para la validación de los principios de diseño

CONDICIÓN	Escala 1 a 5 (1 es muy poco y 5 es mucho)	Observaciones
El título del patrón presenta de forma clara el contenido del patrón correspondiente		
El problema planteado no presenta ambigüedades y se comprende lo que plantea con claridad		
La solución planteada no presenta ambigüedades y se comprende lo que plantea con claridad		
Se focaliza en plantear un problema concreto de la práctica pedagógica y una solución pertinente y coherente para con dicho problema.		
La solución que propone es suficientemente flexible como para permitir aplicaciones variadas y creativas		
Se adapta bien a distintos contextos, siempre que cumplan las condiciones de la situación propuesta		
Se enmarca en un modelo pedagógico activo, centrado en el estudiante, etc.		
Se basa en una situación extraída de la práctica docente		
La valoración del patrón global es positiva. Puede validarse		

Fuente: Instrumento de validación de principios de diseño adaptado de Gros Escofet & Marimón Martí. (2016, p. 21)

Los principios de diseño se describen a partir de la situación problemática en un contexto determinado según el esquema presentado en la Tabla 4.

Tabla 4

Ejemplo de ficha descriptiva de principios de diseño

Título	Descripción
Contexto	Contexto en el que se genera la situación problemática
Núcleos problemáticos	Descripción de la situación problemática
Decisiones de diseño	Descripción de las decisiones de diseño adoptadas en relación a la situación problemática
Principios DPD	Descripción de los principios de diseño de la base de datos de principios de diseño DPD que tienen aspectos similares al principio que se extrae
Principio de diseño	Formulación del principio de diseño

Fuente: Adaptado de Gros et al. (2016, p. 21)

Asimismo, se describen las decisiones de diseño adoptadas para solucionarla. También se incorpora una comparación con los principios de diseño del *Design Principles Database*³⁰ (DPD), la base de datos de principios de diseño de entornos de aprendizaje de Kali (2006) y Kali, Levin-Peled y (2009).

El DPD está compuesto por diferentes elementos:

1. Elementos (*features*):
Artefactos, materiales o instrumentos para la evaluación;
2. Entornos de aprendizaje (*learning environments*):
Conjuntos de elementos vinculados a un sistema de navegación y a materiales didácticos;

³⁰ "Design Principles Database." <http://edu-design-principles.org/>. Se consultó el 26 nov.. 2017.

1. Principios de Diseño (*Design Principles*):

Conexiones entre los diferentes conjuntos de elementos y el sistema de supuestos e intenciones que está en la base de su diseño.

Los Principios de Diseño pertenecen a tres diferentes tipologías; cada una abarca diferentes niveles de abstracción.

1. Los Principios específicos (*Specific Principles*) describen los supuestos y las intenciones (*rationale*) detrás del diseño de un elemento.
2. Los Principios pragmáticos (*Pragmatic Principles*) establecen conexiones entre varios principios específicos.
3. Los Meta Principios tienen la finalidad de capturar las ideas abstractas representadas por un conjunto de principios pragmáticos.

El DPD puede ser utilizado siguiendo tres diferentes modalidades.

1. Navegación (*Browse mode*):

Permite la búsqueda de principios de diseño y su vinculación con elementos y entornos de aprendizaje.

2. Participación (*Participate mode*):

Permite publicar nuevos principios de diseño, elementos o entornos para difundir buenas prácticas y establecer conexiones con otros investigadores o profesionales.

3. Diseño (*Design mode*):

Esta modalidad está pensada como un acompañamiento en el proceso de diseño de un nuevo entorno de aprendizaje.

En el estudio hemos utilizado el DPD mayoritariamente en modalidad navegación con el fin de identificar conexiones entre elementos propios del entorno de aprendizaje diseñado y conjuntos de principios de diseño ya presentes en la base de datos.

A cada principio establecido se le dedica una sección del formulario. Cada

sección, de modo compatible con la ficha descriptiva de los principios (Tabla 4), contiene una introducción articulada en los siguientes apartados:

- Título.
- Contexto.
- Núcleos problemáticos.
- Decisiones de diseño.
- Principios DPD.

A la introducción le sigue un bloque de 9 enunciados correspondientes a las condiciones del instrumento indicadas en la Tabla 3. A estos enunciados se les ha de asignar un valor de 1 a 5. Al final de cada sesión se deja un espacio, de respuesta no obligatoria, para observaciones.

Las respuestas al formulario se recogen en una hoja de cálculo que se utiliza para calcular los valores de la moda y la media de las puntuaciones obtenidas.

2.8.7 Entrevistas en profundidad

En el Estudio del crecimiento profesional de los docentes (ECP) se llevan a cabo entrevistas en profundidad con 4 docentes seleccionados en base en los criterios explicitados en el apartado 2.7.

El objetivo es comprender el cambio o desarrollo profesional de los docentes en relación a su participación en el proceso de diseño del entorno de formación. Lo que se pretende es recoger las percepciones de las personas entrevistadas en relación al impacto de la experiencia vivida en su sistema de creencias acerca de la relación de enseñanza y aprendizaje, con un interés particular en los aspectos relacionados a las dinámicas de co-diseño.

Con esta finalidad, el guión de la entrevista se elabora a partir de los siguientes ejes temáticos:

1. Vivencias personales en relación a la experiencia de participación en el diseño del entorno.
2. Identificación de los aspectos más problemáticos de la experiencia.
3. Percepción del impacto de la experiencia sobre el sistema de creencias de la persona entrevistada en relación a la práctica docente.
4. Incorporación de lo aprendido durante la experiencia a la práctica docente.
5. Valoración de la colaboración en el proceso de diseño, el compromiso personal y el sentimiento de inclusión.

2.8.8 Organización de los datos recogidos

Los datos están agrupados en los siguientes grupos de documentos para cada sesión de trabajo en cada una de las implementaciones:

1. *Diario reflexivo de la investigadora (DRI)*
Diario reflexivo que contiene las notas de campo para cada sesión de trabajo en cada una de las implementaciones.
2. *Artefactos IMP*
Portfolios de artefactos realizados, divididos por implementación. Cada artefacto se describe a partir de una imagen y de un texto descriptivo enfocado en su proceso de realización.
3. *Documentación IMP*
Documentación de las sesiones llevada a cabo por el profesorado participante.
1. *Plantillas IMP*
Plantillas de observación co-diseñadas por el profesorado participante.
2. *Actas Reuniones IMP*
3. *Proyectos IMP*

Proyectos elaborados por los docentes.

4. *Reflexivos IMP*

Textos reflexivos elaborados por los docentes.

5. *Memorias de Evaluación IMP*

6. *Entrevistas E00*

7. *Validación Principios.*

En la Tabla 5 se resumen las técnicas y los instrumentos de recolección de datos en relación a las fases del estudio y a la organización de los documentos.

Tabla 5

Resumen de la tipología de los datos e instrumentos utilizados

Técnica	Instrumento	Grupo	Fase
Observación Participante Foto/vídeo	Diario reflexivo investigadora	DRI	EPD ECP
Artefactos Foto/vídeo	Portfolios	ArtefactosIMP	
Revisión documental	Proyectos docentes Documentación de sesiones de trabajo Textos reflexivos Memorias de evaluación	ProyectosIMP DocumentaciónIMP ReflexivosIMP Memorias EvaluaciónIMP	
Contribución de expertos	Entrevistas semi-estructuradas	E00	
Contribución de expertos	Cuestionario Validación principios de diseño	Validación Principios	
Entrevistas con una muestra intencional de participantes	Entrevista en profundidad con guion	E00	ECP

2.9 Análisis de datos

En la investigación se llevan a cabo distintas formas de analizar los datos que tienen lugar en diferentes etapas de la DBR y tienen objetivos diferentes:

1. Análisis continuo del proceso de diseño que se lleva a cabo para la adaptación del entorno durante su puesta en marcha.
2. Análisis retrospectivo del conjunto de datos resultantes del proceso de diseño e implementación enfocado por un lado a la comprensión de los núcleos problemáticos detectados y, por el otro, a la definición de los principios de diseño para la transferencia del entorno.
3. Análisis retrospectivo del conjunto de datos resultantes del proceso de diseño y de las entrevistas a una muestra de docentes participantes enfocado a la comprensión del crecimiento profesional de los docentes involucrados.

2.9.1 Análisis del proceso de diseño (EPD)

El análisis del proceso de diseño se utiliza para la toma de decisiones sobre la adaptación del mismo, así como para la definición de patrones pedagógicos o principios de diseño para la transferencia del entorno a otros contextos.

El objetivo del análisis, aparte de aportar mejoras al entorno en construcción, es explicitar el proceso de diseño a través de la exposición de las decisiones de diseño. Se pretende así generar un conjunto de principios de diseño que nos permitan recoger y representar los aspectos esenciales de la práctica para que se pueda transferir a otros contextos conservando sus características exitosas.

Para cada implementación, todos los datos recogidos se analizan según las siguientes etapas:

1. Identificación de hechos/comportamientos relevantes.
2. Triangulación de los hechos/comportamientos relevantes con datos

- procedentes de varias fuentes.
3. Identificación de aspectos similares entre los hechos/comportamientos relevantes.
 4. Atribución de un valor positivo o negativo a estos aspectos; esto es, decidir si son favorables o no para el diseño del entorno.
 5. Toma de decisión para la modificación del diseño y la puesta en marcha de ajustes.
 6. Evaluación de la efectividad de los ajustes: se repiten los pasos 1, 2, 3, 4 y 5 en la siguiente implementación.

A través del análisis de las evidencias recogidas se evalúa el entorno y se adapta el diseño a la respuesta de los participantes ante los aspectos críticos detectados.

El patrón interpretativo es cambiante y se articula a lo largo del proceso. El análisis se centra en los aspectos problemáticos detectados durante las tres implementaciones. Por cada núcleo problemático se toma una decisión que modifica el diseño. Las decisiones de diseño se implementan en la siguiente iteración del entorno y se procede a su seguimiento y evaluación. Paralelamente se procede a la detección de los núcleos problemáticos emergentes.

El proceso de toma de decisiones sobre cuáles son los aspectos del diseño que necesitan ser modificados para contribuir mejor al aprendizaje de los participantes se lleva a cabo a través del análisis de los datos recogidos y mediante la identificación de aquellos eventos que parecen relevantes en relación a la implementación de los elementos del diseño.

Por cada evento relevante detectado se busca su corroboración a través de otras fuentes de datos. Tras esto se procede a la identificación de similitudes entre los eventos relevantes, de forma que permitan agruparlos en conjuntos o núcleos.

Se analizan los núcleos detectados y se les atribuye un valor, positivo o negativo, respecto al diseño del entorno. Esto supone que se decide si estos elementos son favorables a la consecución de los objetivos de aprendizaje del diseño o no.

Los elementos identificados como favorables no son objeto de modificación. Los núcleos problemáticos, al contrario, son modificados a través de la toma de decisiones de diseño que se implementarán en la siguiente iteración del entorno.

Las decisiones de diseño tomadas se evalúan en la siguiente implementación, volviendo a aplicar el proceso que se acaba de describir. Se vuelven a identificar eventos relevantes, se triangula su identificación con diferentes fuentes de datos, se identifican las similitudes entre ellos y se les atribuye un valor positivo o negativo. Si el valor es positivo se confirma la decisión tomada; si es negativo se vuelve a tomar otra decisión para modificarlo.

Después de llevar a cabo 3 implementaciones del diseño, se define un conjunto de *principios de diseño* o *patrones pedagógicos* en base a los núcleos problemáticos encontrados, las decisiones de diseño aplicadas y evaluadas y el *Design Principles Database* (DPD) de Kali (2006), que, como hemos explicado anteriormente, es una herramienta *online* para la definición y la difusión de principios de diseño.

Para cada decisión de diseño adoptada y confirmada o cada conjunto de decisiones de diseño, se buscan principios pragmáticos del DPD que las reflejen y se procede a una formulación más general del principio. Una vez establecido el principio, tal como recomiendan Gros y otros (2016) se elabora una ficha en la que se describe el principio en base a:

- Contexto
- Nucleo problematico
- Decisiones de diseño
- Principios del DPD

Las fichas se envían por correo electrónico a los expertos seleccionados para su validación.

2.9.2 Análisis enfocado a la comprensión del crecimiento profesional (ECP)

El análisis se lleva a cabo según las etapas resumidas en la Tabla 6.

Tabla 6

Fases del proceso de análisis temático de los datos

Etapa	Descripción
Familiarización con los datos	Transcripción de las entrevistas, lectura y relectura, elaboración de notas iniciales
Generación de códigos iniciales	Identificación de elementos relevantes, agrupación los datos relevantes para cada código
Identificación de temas	Agrupar los códigos iniciales en temas potenciales
Definición de temas	Se definen y se nombran los temas identificados

Fuente: adaptado de Braun & Clarke (2006)

Se analiza el texto de las entrevistas y se buscan fragmentos que hagan referencia a:

- Desarrollo percibido por el docente
- Bloqueos/dificultades percibidas por el docente.

Con la intención de identificar la secuencia de desarrollo percibida por el docente se vuelven a codificar los fragmentos codificados como *desarrollo percibido por el docente* en base a los elementos de análisis del crecimiento profesional proporcionado por el IMPG de Clarke & Hollingsworth (2002).

Como hemos explicado anteriormente según el modelo, el desarrollo tiene lugar a través de los procesos de puesta en acción (*enactment*) y de reflexión (*reflection*), en los ámbitos (*domains*) de la práctica docente: ámbito externo, ámbito personal/grupal, ámbito de las prácticas/consecuencias y ámbito del diseño colaborativo.

A continuación, se proporciona una definición de cada uno de esos elementos:

Ámbito externo (AE)

es el lugar donde el docente encuentra nuevos estímulos, nuevas ideas y apoyo para desarrollar nuevas prácticas.

Ámbito personal/grupal (AP)

se refiere a los conocimientos, habilidades y actitudes poseídas por los individuos y por el grupo. Un cambio en este ámbito aparece cuando el docente o el grupo de trabajo adquiere nuevos conocimientos, competencias o actitudes.

Ámbito de las prácticas/consecuencias (APC)

se refiere a todas las formas de experimentación profesional, se extiende a todos los contextos de acción del docente tal como la comunidad escolar, comunidades online, asociaciones profesionales, etc. El cambio en este ámbito se da cuando el docente desarrolla y pone en práctica algún artefacto, entorno o actividad curricular y detecta los efectos de su acción.

Ámbito co-diseño (AD)

tiene a que ver con las dinámicas grupales que emergen en el proceso de diseño. Los cambios en este contexto están influenciados por acciones en los ámbitos: externo, personal y de prácticas/consecuencias e implican procesos reflexivos en el ámbito personal/grupal.

Reflexión: la 'reflexión en acción' y 'reflexión sobre la acción' según la formulación de Schön (1998).

Puesta en acción: la puesta en acción se refiere a la acción del docente en el contexto de su práctica profesional.

Para la asignación a los fragmentos textuales de los códigos relativos a los elementos del IMPG se utilizan los criterios resumidos en la Tabla 7.

Tabla 7

Criterios IMPG usados en EPD para analizar el cambio percibido por los docentes

Relación entre ámbitos de la práctica	Proceso	Criterio
De AE a AP	Reflexión	Cuando un evento ocurrido durante la formación modifica el conocimiento o el sistema de creencias del docente
De AE a APC	Puesta en acción	Cuando un evento ocurrido en la formación modifica la práctica del docente.
De APC a AP	Puesta en acción	Cuando un evento en la práctica docente modifica creencias o conocimientos del docente
De AP a APC	Reflexión	Cuando el docente reflexiona sobre eventos o acciones y modifica su práctica en base sus conocimiento o sistema de creencias.
De AD a AP	Reflexión	Cuando un evento del ámbito del co-diseño modifica el sistema de creencias del docente o sus conocimientos
De AD a APD	Puesta en acción	Cuando un evento del ámbito del codiseño modifica la práctica docente.
De APD a AD	Reflexión	Cuando una reflexión sobre la práctica modifica dinámicas del ámbito del co-diseño.

Fuente: Adaptada de Justi & Van Driel (2006)

Cada criterio describe el desarrollo profesional en forma de camino entre ámbitos de la práctica docente a través de los procesos de reflexión y puesta en acción. Cuando en un fragmento de texto se detecta la presencia de una situación descrita por uno de los criterios, se le asocian los códigos relativos a los ámbitos afectados y al proceso involucrado, así como a la dirección de la

secuencia. Por ejemplo: al fragmento: “lo primero que aprendí fue a no limitarme ni a limitarlos, a darme cuenta de que había un mundo de posibilidades que se nos abrían con sólo investigar fuera del aula” se asignan los siguientes códigos:

- de ámbito externo
- a ámbito personal
- reflexión

En el proceso de codificación de los fragmentos relativos al desarrollo percibido por el docente se identifican además unos códigos emergentes:

Activador

Elemento, factor o evento que el docente percibe como activador del desarrollo profesional

Integración

experiencia

previa

Situaciones donde el desarrollo percibido se integra con experiencias previas del docente

Largo

plazo

Impacto percibido por el docente a largo plazo

Los códigos iniciales se agrupan en las siguientes dimensiones:

Bloqueo

Los bloqueos, las dificultades percibidas por el docente se analizan en base a los ámbitos de la práctica docente en la que aparecen y a los procesos de reflexión y puesta en acción que permiten superarlos.

Desarrollo

El desarrollo del proceso de cambio se analiza, compatiblemente con el modelo IMPG, como un camino que conecta dos o más ámbitos de la práctica docente a través de los procesos de reflexión y puesta en acción en base la interacción que mantiene con la experiencia previa del docente y el tiempo en el que el cambio se genera.

Activador

El elemento activador del desarrollo percibido se analiza a partir del ámbito de la práctica en el que ocurre y de los procesos de reflexión y puesta en acción.

Segunda parte

Resultados del Estudio del Proceso de Diseño (EPD)

Con el Estudio del proceso de diseño (EPD) se pretenden alcanzar los siguientes objetivos de la investigación:

- Diseñar e implementar un entorno de aprendizaje para la formación docente en *making* educativo (*maker* ED).
- Identificar pautas para la transferencia del entorno a otros contextos.

Tal como señala Edelson (2006), para que un estudio basado en la DBR realice aportaciones significativas a la teoría educativa es necesario que se desarrolle teniendo en cuenta los siguientes procesos:

1. La elaboración de un diseño preliminar basado en la combinación entre la teoría previa y las teorías emergentes del diseñador del entorno;
2. La documentación sistemática del proceso de diseño a través de la reconstrucción del proceso de toma de decisiones;
3. La puesta en marcha de una dinámica de evaluación formativa del proceso que permita la adaptación progresiva del diseño al contexto y a los participantes;
4. La elaboración de principios y metodologías de diseño para la transferencia del entorno diseñado.

Los procesos descritos tienen lugar en las tres diferentes etapas de la DBR: preparación, experimentación y análisis. La elaboración del diseño preliminar cubre la fase de preparación de la DBR; la documentación sistemática y la evaluación formativa se activan durante la fase de experimentación; por su parte, la elaboración de los principios de diseño se lleva a cabo en la fase de análisis retrospectivo.

A continuación se procede a la explicitación de los resultados del estudio que se articulan de la manera siguiente:

1. El entorno de formación docente en *making* educativo
2. La reconstrucción del proceso de adaptación progresiva del diseño al

contexto y a los participantes durante las 3 implementaciones en base a la explicación de los núcleos problemáticos detectados gracias a las dinámicas de evaluación formativa y de la propia descripción del proceso de toma de decisiones.

3. Los principios de diseño para la transferencia del entorno de formación a otros contextos.

3 Resultado 1: El entorno de formación docente en *making educativo*

En este apartado primero se proporciona una descripción detallada de los elementos teóricos utilizados para el desarrollo del diseño preliminar del entorno de formación en *making educativo*. A continuación, se presenta la estructura, los contenidos y la dinamización del entorno de formación en *making educativo*.

3.1 El diseño preliminar

El diseño preliminar del entorno se elabora con anterioridad a la primera implementación (IMP1) y a partir de un enfoque teórico fundamentado en varios pilares: la revisión de literatura, la contribución de expertos pioneros en la implementación del *making educativo* y las intenciones de la diseñadora del entorno.

De acuerdo con estos elementos se definen tanto la filosofía de fondo como los objetivos formativos del entorno, además de las dimensiones de la práctica docente sobre las que se quiere actuar y el formato de la formación.

Los 4 bloques conceptuales, ya articulados en el marco teórico de la investigación, que intervienen en la elaboración del diseño preliminar son:

1. La aproximación al aprendizaje de la cultura *maker*.
2. La teoría constructorista del aprendizaje de Papert.
3. La idea del docente como diseñador de entornos.
4. La formación docente como práctica de co-diseño.

En los apartados que siguen se describen los elementos teóricos elegidos para la elaboración del diseño preliminar y se justifica su elección, fundada en las recomendaciones extraídas de las contribuciones de expertos, así como en las intenciones de la diseñadora del entorno.

3.1.1 Aproximación de la cultura *maker* hacia el aprendizaje como inspiración para el diseño

Tal como se señalaba anteriormente, la investigación quiere recoger las oportunidades educativas y emancipatorias proporcionadas por el movimiento *maker* para concretarlas en acciones formativas para el profesorado. En este sentido, las aproximaciones de la cultura *maker* hacia el aprendizaje actúan como elementos inspiradores del diseño del entorno de formación docente.

En la elaboración del diseño preliminar se priorizan los aspectos de la cultura *maker* (*maker mindset*) resumidos a continuación:

1. La idea de crear y jugar con la tecnología para aprender sobre ella;
2. La idea de que el aprendizaje se genera a partir del interés del aprendiz por querer crear algo significativo;
3. El valor que se atribuye al fracaso en el proceso de creación hacia la activación de nuevos aprendizajes;
4. La generación de conocimiento compartido.



Figura: 4 Aproximación de la cultura *maker* al aprendizaje

Los laboratorios de fabricación digital y los espacios *maker* son ambientes ricos en herramientas tecnológicas de diversa naturaleza. Estos laboratorios pueden disponer de máquinas de control numérico (CAM) como impresoras 3D y cortadoras láser, de *software* para el diseño por ordenador (CAD), de maquinaria analógica tradicional y herramientas de prototipado rápido electrónico. En la realización de proyectos se suelen integrar diferentes técnicas y herramientas, generando experiencias muy provechosas en el uso de dispositivos tecnológicos. Para un principiante, la experiencia de trabajo en un entorno tan rico en elementos tecnológicos puede ser abrumadora y generar frustración y rechazo.

Por esta razón, el diseño quiere adoptar una actitud lúdica y creativa hacia el uso de tecnología. La intención es suavizar los bloqueos generados por las actitudes tecnofóbicas que están presentes en muchos docentes.

La adopción de una actitud creativa y lúdica hacia las prácticas de creación con tecnología se vincula con otro elemento procedente de la cultura *maker*: el valor positivo que se atribuye al fracaso en la realización de un proyecto. El fracaso, en lugar de ser un estigma o representar un “callejón sin salida” se vuelve un elemento motivador del aprendizaje y de la mejora. Bajo el lema *failing is the new winning* (fracasar es el nuevo ganar), el estigma social del fracaso se convierte en un valor positivo de la experiencia creativa.

El diseño del entorno recoge esta visión con la intención de fomentar en el profesorado la generación de estrategias de gestión positiva del fracaso enfocadas a la motivación del alumnado ante situaciones de frustración. Tal como señala uno de los expertos:

[En el proceso de formación] los docentes deberían experimentar la frustración, porque, si no, no sabrán qué sienten los niños cuando se encuentran en la misma situación y no les comunicarán que está bien dejar que la frustración se vaya y luego reflexionar, en vez de darles la solución (Entrevista a un experto, E03).

De una forma similar, en el diseño del entorno también se integra la idea de que el aprendizaje se origina a partir del interés del aprendiz en querer crear algún artefacto significativo. Lo que se pretende es generar en el profesorado una aproximación a la programación didáctica basada en la individualización, así como en la detección de los intereses del alumnado y su vinculación con los elementos curriculares.

El último elemento extraído de las prácticas *maker* es la generación de conocimiento compartido a partir de los procesos de creación y de diseño. La idea de que a través de la documentación de los procesos se genere conocimiento se integra en el diseño con la intención de fomentar en el profesorado dinámicas de generación de conocimiento compartido. El objetivo es “crear una cultura de la documentación donde la documentación sea una forma de conectarte con la comunidad de profesores” (Entrevista a una experta, E01).

3.1.2 La teoría construccionista del aprendizaje de Papert

Tal como se ha explicado en el apartado 1.2.3., según el enfoque construccionista de Papert, el aprendizaje se relaciona de forma intrínseca con la producción de artefactos.

Los artefactos, denominados “*objects to think with* (objetos para pensar), funcionan como modelos mentales para la invención de nuevos objetos y la construcción de nuevas estructuras cognitivas, así como formas de expresión personal y de interacción con los pares.

Según esta aproximación, la actividad creativa a través de la tecnología tiene un enorme potencial de transformación de las prácticas educativas si se acompaña de un estilo docente no intervencionista, que busque aprendizajes experienciales y elija las prácticas de facilitación en lugar de las dinámicas de instrucción.

A partir de esta aproximación, Stager (2005) extrae unas pautas para el diseño de entornos de aprendizaje y la orientación de la acción docente que

se enumeran a continuación:

1. Se aprende haciendo a través de la experiencia de creación de artefactos significativos.
2. La tecnología se utiliza como un material de construcción. Se usan herramientas y dispositivos para crear artefactos significativos para el aprendiz y su comunidad.
3. Es recomendable generar situaciones de aprendizaje basadas en la idea de diversión difícil (*hard fun*), es decir, experiencias de creación absorbentes, profundas y complejas.
4. Incorporar el fracaso al proceso de creación como herramienta para la indagación y la reflexión.
5. Fomentar un intercambio fluido entre expertos y novatos, docentes y aprendices, a través del acto de compartir espacios y formas de trabajar.

El entorno de formación docente en *making* aspira a capacitar a los docentes en el diseño y la dinamización de entornos de aprendizaje que sean compatibles con las indicaciones de Stager (2005).

Con esa finalidad, a partir de las características deseadas para los entornos dirigidos al alumnado, se formulan los objetivos formativos del entorno de formación docente como sigue:

1. Aprender a acompañar al alumnado en procesos de creación de artefactos significativos.
2. Aprender a diseñar entornos de aprendizaje dirigidos al alumnado y en los que se usa la tecnología para la creación de artefactos significativos.

3. Aprender a diseñar y facilitar experiencias de creación con tecnología.
4. Aprender a integrar las situaciones de fracaso en el proceso de creación como elementos generadores de nuevos aprendizajes a través de la reflexión.
5. Aprender a diseñar entornos de aprendizaje que fomenten dinámicas no jerárquicas de intercambio de conocimiento entre docentes y alumnado.

La definición de los objetivos formativos del entorno de formación se fundamenta en las pautas de Stager (2005) y es compatible con la concepción de la práctica docente como el diseño de entornos de aprendizaje.

A continuación, se explicitan aquellas dimensiones de la práctica docente, entendida como diseño y dinamización de entornos de aprendizaje, que se consideran relevantes para el diseño del modelo preliminar del entorno de formación docente en *making*. De acuerdo con estas dimensiones se definen los ámbitos de la práctica docente sobre los que se quiere influir con el diseño y la puesta en marcha del entorno de formación.

3.1.3 El docente como diseñador de entornos: las dimensiones de la práctica docente como ámbitos de actuación de la acción formativa

El diseño de aprendizajes (*learning design*), como se ha explicado anteriormente, se define como el acto creativo e intencional de idear nuevas prácticas, planear actividades, buscar recursos y herramientas con la finalidad de alcanzar objetivos educativos en un contexto determinado (Mor & Craft , 2012).

En esta lógica, la práctica docente es un proceso complejo y cíclico que involucra a diferentes niveles la generación de experiencias y recursos a través de la acción docente en cuatro dimensiones: diseño, facilitación, evaluación y documentación.

La dimensión del diseño se refiere a la ideación y creación de artefactos, entornos, recursos y experiencias que el docente genera para estimular dinámicas de aprendizaje en el alumnado.

La dimensión de la facilitación se refiere a la dinamización de los entornos diseñados y al acompañamiento de los procesos de aprendizaje del alumnado. Con el diseño preliminar del entorno se busca fomentar un estilo de facilitación no directivo y que estimule al alumnado a generar procesos de creación e indagación en un contexto tecnológicamente muy rico como es el *making*. Tal como destaca uno de los expertos: se busca “un equilibrio entre las habilidades técnicas y una nueva actitud en la enseñanza” (Entrevista a un experto, E03).

La dimensión de la evaluación se refiere a la evaluación continua de los entornos y artefactos que el docente diseña; a su puesta en marcha y a la acción de facilitación que elige para su dinamización. Es una evaluación basada en la observación de las dinámicas que se generan y tiene como objetivo la detección de aspectos problemáticos, así como el seguimiento de las soluciones adoptadas.

La dimensión de la documentación está vinculada a la dimensión de la evaluación. Tiene como finalidad generar y compartir el conocimiento emergente a través los procesos de aprendizaje experienciales que resultan de la puesta en marcha del entorno, las experiencias o los recursos que diseña. También es compatible con la aproximación al aprendizaje de la cultura *maker*.

Una experta destaca:

La documentación es realmente importante en cada parte del proyecto. Es importante tener herramientas y habilidades para llevarla a cabo. ¡Documente escribiendo, publicando, *twitteando*, dibujando, haciendo, creando prototipos! Lo

pondría como una parte fundamental de la formación (Entrevista a una experta, E01).



Figura: 5 Dimensiones de la práctica docente como diseño de aprendizajes

3.1.4 La formación docente como practica de co-diseño

Una vez precisadas las dimensiones de la práctica docente sobre las que se quiere actuar con el entorno de formación docente, se identifica una tipología de formación del profesorado compatible tanto con las intenciones de ese entorno y los objetivos formativos como con el desarrollo del docente como diseñador de entornos.

El diseño preliminar del entorno se inspira en las estrategias de formación docente basadas en el co-diseño de aprendizajes (Kelly, 2003; Kelly, 2004; Bannan-Ritland, 2008), especialmente la TDR (*Teacher Design Research*) (Bannan-Ritland, 2008), ya mencionadas en el marco teórico de la investigación, por las razones detalladas a continuación.

La aplicación de la TDR se recomienda para experiencias formativas caracterizadas por una cierta complejidad, es decir, aquellas circunstancias donde la formación más tradicional parece inadecuada.

La TDR busca crear experiencias formativas que involucren al profesorado en situaciones inmersivas de aprendizaje auténtico de contenidos y procesos. Se trata de experiencias que invitan a la creación de significados propios a partir de los conocimientos previos. Con ello se fomenta un aprendizaje

colaborativo que resulta del trabajo de una comunidad educativa que comparte objetivos comunes.

La TDR fomenta el desarrollo profesional del docente a través de su implicación directa en múltiples ciclos de diseño de entornos, recursos, actividades y procesos de investigación tales como: diagnósticos de necesidades; revisión colaborativa de literatura; análisis de contextos; recolección y análisis de datos en colaboración con investigadores y expertos; diseño y prototipado de materiales, currículos y entornos; ciclos de evaluación de diseños y prototipos; recolección de datos y análisis de los procesos de aprendizaje de los alumnos.

El proceso de diseño se centra en problemas significativos y promueve la redefinición del sistema de creencias de los docentes acerca de los procesos de aprendizaje basados en diferentes enfoques.

Los docentes actúan como investigadores y contribuyen al diseño desde el punto de vista conceptual. También contribuyen a su implementación y evaluación. La toma de decisiones es colaborativa e involucra al alumnado, el profesorado y a los investigadores o expertos externos. No obstante, el conocimiento práctico que el docente tiene de su realidad es siempre el recurso principal para la toma de decisiones.

La TDR está enfocada a la generación y difusión de innovaciones. Trata de invitar al docente a actualizar su práctica según nuevos recursos, enfoques pedagógicos y cambios sociales. Participando en todo el proceso de ideación, diseño y en sus ciclos de evaluación, el docente contribuye en todos los aspectos que Rogers (2010) identifica como partes de un proceso de innovación: conocimiento, persuasión, decisión, implementación y confirmación. El docente es parte del equipo que genera la innovación e identifica su función. También es parte del proceso de persuasión hacia sí mismo y hacia los docentes con los que colabora. A la hora de tomar la decisión de comprometerse con el proceso de innovación, al ser parte activa en su rediseño, el docente tiene la posibilidad de decidir con base en la

observación de los efectos de su aplicación. Finalmente, para lo relacionado con los aspectos de implementación y confirmación, la participación del docente en la construcción de la mejora hace más probable que otros docentes sigan el mismo camino.



Figura: 6 Características de la formación docente a través del diseño de aprendizaje

Una vez definidas las intenciones, los objetivos formativos, las dimensiones de actuación y el formato de la formación, se define la dinámica de trabajo deseada para el diseño preliminar del entorno de formación.

3.2 Estructura, contenidos y dinamización del entorno de formación en *making educativo*

El diseño preliminar, de acuerdo con el formato de la TDR y la concepción del docente como diseñador, busca fomentar una situación de aprendizaje en la que, a partir de una iniciación teórico-práctica, se generen mecanismos de retroalimentación y creación de conocimiento compartido en el marco de procesos de diseño y re-diseño de entornos y actividades. Se persigue generar un contexto dinámico que trabaje para la contextualización de los aprendizajes de la formación en el proyecto del centro y del aula.

La dinámica de formación se articula en 3 módulos:

1. *Iniciación*

El profesorado se inicia con una formación teórico-práctica en la que, por un lado, trabaja en el uso de las herramientas técnicas y, por el otro, empieza a reflexionar sobre su implementación en el contexto real del aula y del centro.

1. *Elaboración de una propuesta de proyecto*

En base a los conocimientos adquiridos y al análisis del contexto, el profesorado elabora una propuesta de proyecto a realizar con el alumnado durante el año escolar.

2. *Formación en acción*

A lo largo del año escolar, profesorado, investigadora y técnicos llevan los proyectos a la práctica junto con el alumnado.

La investigadora trabaja conjuntamente con el profesorado durante todo el proceso de iniciación y elaboración de los proyectos, así como en la dinamización con el alumnado en el laboratorio de fabricación.

3.2.1 *Iniciación*

En el diseño preliminar, la iniciación consta de un taller intensivo de 18 horas que se lleva a cabo en el laboratorio de fabricación del Centro de Arte durante tres días consecutivos.

Con la iniciación se quiere proporcionar al profesorado una primera experiencia de creación que permita entender cómo se aprende a través de una práctica de *making* y qué elementos entran en juego.

Se pretende que los profesores experimenten la misma experiencia que vivirán sus alumnos para estimular la reflexión sobre los aspectos emocionales, didácticos, tecnológicos y pedagógicos que surgen cuando se pone en marcha una actividad de *making*.

En la fase de iniciación se quiere actuar sobre las dimensiones del diseño y de la documentación y perseguir el objetivo formativo:

- aprender a diseñar entornos de aprendizaje dirigidos al alumnado donde se use la tecnología para la creación de artefactos significativos.

El hecho de crear algo desde cero, un objeto real que se puede enseñar y utilizar en el contexto de la vida o del trabajo, es la experiencia que vivirán los alumnos en las actividades de *making*. Es fundamental que los docentes vivan esta misma experiencia y reflexionen sobre ella para entender cómo facilitar el proceso e identificar los elementos a tener en cuenta.

Como se deduce de las contribuciones de los expertos, la iniciación al *making* y al uso de los laboratorios *FabLAB* reviste una importancia especial. Las actividades de creación con tecnología como el *making* implican el uso integrado de varias herramientas de diversas naturalezas, desde *software* a instrumentos físicos, que requieren la gestión de una complejidad tecnológica relevante.

Para que el docente pueda gestionar la complejidad que la situación conlleva sin sentirse sobrepasado y disfrutando de la experiencia es muy importante el acompañamiento por parte de los formadores que se encargan de crear el andamiaje adecuado para estructurar los procesos de creación que surjan de las propuestas. Como señala uno de los expertos:

Lo importante es contar con formadores que puedan ayudar durante la realización de la idea para evitar que el docente se sienta abrumado, porque si se sienten así van a renunciar. Entonces, lo que hacemos como formadores cuando las personas comienzan [una práctica de *making*] es analizar las ideas que quieren realizar y ayudarlas a decidir qué hacer primero y explicarles que no tienen que hacer todo al mismo tiempo (Entrevista a un experto, E03).

Trabajar de forma continuada con el apoyo constante del formador permite al docente gestionar la complejidad derivada de la riqueza tecnológica y del proceso de diseño. También le permiten familiarizarse con el entorno del

laboratorio y llevar a cabo, por lo menos, una actividad de creación completa. Con esto se pretende generar la confianza necesaria para que el profesorado quiera seguir aprendiendo. En el caso del *making*, como en el del prototipado rápido y el de la programación informática, una experiencia intensiva permite equipar a los participantes de los conocimientos necesarios para empezar a construir algo que sea significativo sin saturarlos con conocimientos técnicos no necesarios en ese momento.

Otro aspecto que se quiere trabajar en la iniciación es el ayudar al docente a comprender que el *making* puede ser una potente herramienta para trabajar la adquisición de los contenidos curriculares y de las competencias básicas. Para ese fin, durante cada actividad de *making* que se lleva a cabo en el módulo de iniciación se invita a los grupos de docentes a diseñar adaptaciones de las mismas a su propio contexto de aula o de centro. Con ello se busca, por un lado, promover la reflexión y la integración de los contenidos de la formación y, por el otro, alimentar el desarrollo de una actitud docente basada en el diseño de aprendizajes.

3.2.2 Contenidos y actividades

Se diseña un conjunto de actividades y se definen los contenidos a trabajar en las tres sesiones de iniciación.

El diseño de las actividades busca ofrecer una experiencia relativa a las técnicas de *making* que permita integrar y poner en relación tres aspectos del proceso de creación:

1. Las técnicas, los procesos y las herramientas utilizadas;
2. La experiencia directa de creación;
3. La adaptación didáctica y la vinculación con los contenidos curriculares.

Después de proporcionar una introducción general al mundo de la fabricación digital y del *making*, se trabajan tres bloques de técnicas básicas:

1. Diseño 2D y corte laser.
2. Diseño 3D y *molding* (creación de moldes).
3. Escaneo 3D e impresión 3D.

Los tres bloques integran procesos de diseño por ordenador y procesos de fabricación.

Por cada bloque se realizan 3 actividades:

1. La presentación de la técnica, los procesos y las herramientas implicadas;
2. La realización práctica en grupo de un artefacto en base a la técnica presentada;
3. La adaptación didáctica de la técnica aprendida.

Con la articulación en estos tres niveles se busca crear un equilibrio entre la adquisición de habilidades técnicas, la experiencia de la creación de artefactos y la reflexión enfocada a la adaptación didáctica de los contenidos para que el docente pueda apreciar las peculiaridades de cada uno de los aspectos. De la misma manera se busca fomentar en el profesorado el desarrollo de dinámicas reflexivas enfocadas al diseño de aprendizajes.

En las Tablas 8, 9 y 10 se resumen los contenidos y actividades de las tres sesiones de iniciación.

Tabla 8

Resumen de contenidos y actividades de la primera sesión de Iniciación del diseño preliminar del entorno de formación

Actividad	Descripción
Presentación del curso	Acogida Contenidos Metodología Documentación
Introducción a la fabricación digital	Principios y prácticas de la fabricación digital y sus implicaciones en procesos educativos y de empoderamiento de la comunidad. Átomos y Bits Los Fab lab La documentación de los proyectos
El diseño por ordenador y el corte láser: introducción	Software 2d, recursos online, técnicas básicas Normas de seguridad e indicaciones sobre materiales Funcionamiento de la cortadora láser. Corte, grabado, raster
El diseño por ordenador y el corte láser: práctica	Realización de un press-fit kit (kit de ensamblaje) con corte láser. A través de los recursos disponibles en red investigar sobre las técnicas de realización de kits de ensamblaje, elegir materiales, utilizar software 2d (Inkscape ³¹ o Draftsight) ³² para modificar el diseño, cortar, grabar y ensamblar.
El diseño por ordenador y el corte láser: adaptación	Diseño de una actividad o material didáctico que aprovecha de la técnica press-fit. Elaborar una ficha que contenga: <ul style="list-style-type: none"> ● materiales y herramientas necesarias ● descripción breve de la actividad ● objetivos de aprendizaje ● conexiones con el currículo ● preparación espacios y recursos ● actividad en pasos ● indicadores para la observación de la actividad

³¹ "Inkscape." <https://inkscape.org/es/>. Se consultó el 24 dic.. 2017.

³² "Solución DRAFTSIGHT™ CAD - Dassault Systèmes®." <https://www.3ds.com/es/productos-y-servicios/softwarecaddraftsight/>. Se consultó el 24 dic.. 2017.

Tabla 9

Resumen de contenidos y actividades de la segunda sesión de Iniciación del diseño preliminar del entorno de formación

Actividad	Descripción
Acogida y resumen de los temas tratados	Presentación contenidos Asamblea
Molding: presentación explicación del proceso	Presentación del proceso de creación de un molde en el laboratorio
Molding: práctica	Realización de un molde a partir de un diseño en papel. Se usan técnicas básicas de modelado 3d como la extrusión de superficies y el redondeamiento de ángulos. Una vez modelado el objeto se mecaniza el proceso con el software de control de la máquina y se realiza el positivo del molde en cera. Con silicona o resina se procede a la realización del molde.
Molding: adaptación	Diseño de una actividad o material didáctico que aprovecha de la técnica molding Elaborar una ficha que contenga: materiales y herramientas necesarias descripción breve de la actividad objetivos de aprendizaje conexiones con el currículo preparación espacios y recursos actividad en pasos indicadores para la observación de la actividad
Puesta en común y evaluación	Asamblea Dinámica de la “Bola de Nieve”

Tabla 10

Resumen de contenidos y actividades de la tercera sesión de Iniciación del diseño preliminar del entorno de formación

Actividad	Descripción
Acogida y resumen de los temas tratados	Presentación contenidos Asamblea
Impresión y scanning 3D: presentación explicación del proceso	Presentación del proceso de escaneo de un objeto con Kinect Presentación del proceso de impresión 3D de un objeto
Impresión y scanning 3D: práctica	Scanning e impresión 3d de un objeto Se procederá al scanning de un objeto o persona con kinect y se procederá a la impresión 3d con la makerbot.
Impresión y scanning 3D: adaptación	Diseño de una actividad o material didáctico que aprovecha de la técnica de impresión y scanning 3D Elaborar una ficha que contenga: <ul style="list-style-type: none"> ● materiales y herramientas necesarias ● descripción breve de la actividad ● objetivos de aprendizaje ● conexiones con el currículo ● preparación espacios y recursos ● actividad en pasos ● indicadores para la observación de la actividad
Puesta en común y evaluación	Asamblea Indicaciones para la siguiente fase de la formación.

Los conocimientos técnicos y los resultados de las reflexiones grupales sobre la adaptación de lo aprendido en el contexto del aula y del centro constituyen la base para el desarrollo de la fase sucesiva de la acción formativa: la elaboración de una propuesta de proyecto basado en el *making*.

3.2.3 Elaboración de una propuesta de proyecto

En esta etapa se propone al profesorado que elabore una propuesta de proyecto basada en el *making* para que se realice con el alumnado durante el

año escolar. La propuesta de proyecto no es una simulación sino la base para las actividades que se realizarán con el alumnado en el tercer módulo de la formación: la formación en acción.

Con este módulo del entorno se quiere actuar sobre las dimensiones del diseño y de la documentación y perseguir los objetivos siguientes:

1. Aprender a diseñar entornos de aprendizaje dirigidos al alumnado donde se usa la tecnología para la creación de artefactos significativos.
2. Aprender a diseñar y facilitar experiencias de creación con tecnología.
3. Aprender a diseñar entornos de aprendizaje que fomenten dinámicas no jerárquicas de intercambio de conocimiento entre docentes y alumnado.

Con esta actividad se persigue que el profesorado se apropie de lo aprendido y lo emplee en una propuesta de diseño de aprendizajes para que pueda establecer conexiones y sinergias entre la creación de artefactos a través de las técnicas de *making*, los elementos curriculares y la adquisición de las competencias básicas.

Además, se pretende que el profesorado active estrategias de indagación, búsqueda de recursos y aprendizaje autónomo, todo ello de manera compatible con las dinámicas de creación de conocimiento de los entornos *maker* y la aproximación del *learning design* a la práctica docente.

3.2.4 Formación en acción

Con el módulo de *formación en acción* se quiere actuar sobre las dimensiones de la facilitación, la evaluación y la documentación para lograr todos los objetivos formativos del entorno.

En esta fase, formadores, docentes y alumnos llevan a la práctica el proyecto de la propuesta elaborada por el profesorado en la fase anterior. Esto se realizará durante 8 sesiones intensivas de trabajo en el laboratorio de

fabricación digital.

A partir de la puesta en marcha de las actividades, se activan dinámicas de reflexión para extraer, a través de la práctica, la teoría necesaria para la elaboración de otros entornos.

La posibilidad de experimentar con los conocimientos adquiridos en la iniciación en un contexto seguro y con el acompañamiento de los formadores parece la forma adecuada de apoyar al docente en el desarrollo de:

- Estrategias de facilitación de los procesos de creación;
- Una actitud de acompañamiento no intervencionista;
- Estrategias y recursos para la observación y la evaluación.

La forma de trabajo es participativa y se desarrolla a través de un proceso de co-diseño entre el profesorado, el alumnado y los formadores, todo ello de modo compatible con la TDR (Bannan Ritland, 2008).

La adopción de una forma de trabajo basada en la colaboración entre actores con diferentes niveles de competencia busca crear una experiencia para el profesorado en la que sea posible observar dinámicas típicas de los entornos colaborativos. Se persigue que el profesorado pueda reflexionar sobre esto de cara a la integración de dichas formas de trabajo en el trabajo de aula, sobre todo en relación a la consecución de los objetivos formativos:

- Aprender a integrar las situaciones de fracaso en el proceso de creación como elementos generadores de nuevos aprendizajes a través de la reflexión.
- Aprender a diseñar entornos de aprendizaje que fomenten dinámicas no jerárquicas de intercambio de conocimiento entre docentes y alumnado.

Durante cada sesión de formación, así como para cada sesión intensiva con el alumnado, se pide a los profesores que realicen una documentación reflexiva de la actividad, compatiblemente con las recomendaciones de los

expertos (Entrevista a una experta, E01) y la aproximación del *learning design* a la práctica docente.

El diseño preliminar del entorno de formación es implementado y con él se procede a la interpretación cíclica de los eventos relevantes que se generan en el marco de esta implementación.

En los apartados que siguen tras cada implementación se procede a la descripción del proceso de identificación de los núcleos problemáticos, es decir, del conjunto de eventos relevantes que se han valorado como no favorables para el diseño, así como de las decisiones de diseño tomadas. Asimismo, se describe el proceso de evaluación de las decisiones tomadas en base a las evidencias recogidas. En el caso de la primera implementación (IMP1), al ser la primera iteración del diseño preliminar, la descripción se limita a los núcleos problemáticos y a las decisiones tomadas, porque las evidencias de confirmación se recogen a partir de la segunda implementación (IMP2).

4 Resultado 2: La reconstrucción del proceso de adaptación progresiva del diseño y los núcleos problemáticos

El proceso de identificación de los núcleos problemáticos sigue las siguientes etapas:

1. Identificación de eventos relevantes.
2. Triangulación.
3. Identificación de las similitudes entre los hechos/comportamientos interesantes.
4. Atribución de un valor positivo o negativo a estos aspectos consistente en decidir si son favorables o no para el diseño del entorno.

A continuación, se procede al análisis de cada núcleo problemático detectado en la IMP1 y se indican las decisiones de diseño tomadas.

4.1 Núcleos problemáticos y decisiones de diseño de la primera implementación (IMP1)

4.1.1 Núcleo problemático 1 (NP1): Actitudes tecnofóbicas del profesorado a la hora de empezar a utilizar las herramientas del laboratorio

En la Tabla 11 se resumen los eventos relevantes no favorables para el diseño que se utilizan para identificar el NP1 junto con los datos utilizados para su triangulación.

Tabla 11

Eventos relevantes para la identificación del NP1

Eventos relevantes	Fuente
Se observa en la casi totalidad de los participantes resistencia a la hora de comenzar a utilizar el software para el dibujo vectorial Inkscape, necesario para la realización del ejercicio sobre el corte láser. Se quedan sin actuar y requieren la ayuda de la formadora continuamente durante la sesión.	DRI (2/07/2013) La observación es compartida con el técnico.
Se observa confusión, despiste, aturdimiento, perplejidad por parte de los docentes al estar rodeados de tantos dispositivos y máquinas.	DRI (2/07/2013)
“El primer día que llegamos a fabLab la verdad es que la impresión fué un poco de miedo. Había un montón de máquinas que no conocíamos el funcionamiento, la impresora 3D que fue la primera que veíamos en directo y fue un poco: ‘Dios mío qué hago aquí?’”	Entrevista a una docente, E05
En la realización del ejercicio press-fit kit, a la hora de utilizar la máquina cortadora láser, bajo la supervisión de la formadora y del técnico del laboratorio una sola profesora se atreve a maniobrar la máquina. La mayoría se queda observando.	DRI (2/07/2013) la observación es compartida con el técnico.
En la realización del ejercicio de modelado 3D para la realización de un molde con una máquina fresadora se observan resistencias a la hora de llevar a cabo el proceso de fabricación del molde. A pesar de conocer el proceso, y de estar acompañados por la formadora y el técnico la mayoría de los participantes prefieren delegar a unos pocos la tarea.	DRI (3/07/2013) La observación es compartida con el técnico.
En el ejercicio de escaneado y impresión 3D a la hora de utilizar la Impresora 3D se observan resistencias. Finalmente, después de recibir varias invitaciones por parte de la investigadora docente por cada grupo, guiado paso a paso por el técnico consigue configurar y activar el proceso de impresión.	DRI (4/07/2013) La observación es compartida con el técnico.

Durante la iniciación, a la hora de llevar a cabo la realización práctica de las actividades diseñadas, el profesorado muestra una actitud en general tecnofóbica. Como resulta de la lectura del diario reflexivo de la investigadora (DRI) en las notas resumidas en la Tabla 11, la sensación general comunicada por los participantes es de incertidumbre, desorientación, miedo y sensación de que “hay mucha tecnología”, como queda confirmado también por una docente:

El primer día que llegamos a fabLab la verdad es que la impresión fue un poco de miedo. Había un montón de

máquinas de las que no conocíamos el funcionamiento; la impresora 3D, que fue la primera que veíamos en directo y fue un poco: ‘Dios mío, ¿qué hago aquí?’ (Entrevista a una docente, E05).

La casi totalidad de los participantes manifiestan reticencias a la hora de comenzar a utilizar las herramientas del laboratorio, tanto *software* como *hardware*, necesarias para la realización de las actividades propuestas. Se quedan sin actuar y requieren la ayuda de la formadora continuamente durante la sesión. A pesar de conocer el proceso y de estar acompañados por la formadora y el técnico, la mayoría de los participantes prefieren delegar la tarea a unos pocos.

El núcleo problemático detectado parece manifestarse a través de tres eventos recurrentes:

1. La sensación general de aturdimiento al estar rodeados de tantos dispositivos tecnológicos no conocidos;
2. Los bloqueos que se generan a la hora de usar aquellos dispositivos, junto con el miedo a dañar el dispositivo o los materiales;
3. La falta de autonomía y la búsqueda continua de la ayuda de los formadores.

Para actuar sobre estos aspectos y reducir la incomodidad referida por los participantes se toma la Decisión de diseño 1 (DD1).

4.1.2 Decisión de diseño 1: Introducción de una iniciación intensiva al uso de las herramientas, más centrada en la construcción de habilidades

Se decide repensar el módulo de iniciación reforzando la componente de creación con tecnología con los siguientes objetivos: (a) fomentar la confianza y una actitud positiva hacia el uso de tecnología; (b) ofrecer una experiencia del tipo “¡Sí se puede!”; (C) adquirir habilidades técnicas.

La decisión se basa en la idea de que un uso más intensivo de las

herramientas del laboratorio en la fase de iniciación enfocada a la creación de algún artefacto significativo permitiría, por un lado, reducir la sensación de miedo y aturdimiento, y, por el otro, mejorar la adquisición de las técnicas básicas.

También, de modo compatible con las recomendaciones de los expertos en *making*, se cree que un aspecto muy importante de la formación es la vivencia plena de una experiencia de creación a través del *making*, como etapa previa y separada de la tarea de integración de lo aprendido en el trabajo de aula.

I think the most important thing is that teachers are involved doing making for themselves, [...] just to get themselves flowing with the idea of making and then we give the resources to think about an idea to integrate making in the class (Entrevista a un experto, E02).

La decisión se implementa y se evalúa en la segunda implementación del entorno (IMP2). La descripción de las evidencias de confirmación usadas para la evaluación y el resumen de los datos utilizados para su triangulación se encuentran en el apartado 4.2.1 (Tabla 19).

4.1.3 Núcleo problemático 2 (NP2): Dificultad a la hora de idear actividades para el alumnado con los recursos presentados

En la fase de iniciación se enseña al profesorado el funcionamiento de las máquinas del laboratorio poniendo el énfasis en lo que se puede crear con ellas más que en su funcionamiento. La investigadora/formadora y el técnico de laboratorio actúan como apoyo técnico, llevando a cabo las acciones necesarias para el funcionamiento del laboratorio. En el diseño preliminar, lo que se pretende es que los docentes no se preocupen en exceso del aspecto técnico-instrumental, sino que se concentren en aspectos más pedagógicos y en la ideación de actividades de *making* para el alumnado.

El estímulo que se proporciona para la reflexión es: “¿Cómo usarías este conjunto de herramientas en tu trabajo con el alumnado? ¿Qué competencias

trabajarías? ¿Cómo lo vincularías a los contenidos curriculares?”

Después de llevar a cabo una dinámica reflexiva sobre el tema, se pide a los participantes que de forma grupal imaginen actividades que utilicen las herramientas presentadas. No se proporciona guión para la actividad de ideación, se deja libertad en relación al formato. Lo que se persigue es fomentar en los docentes una actitud creadora compatible con el enfoque del

Tabla 12

Eventos relevantes para la identificación del NP2

Eventos interesantes	Fuente
<p>Un grupo no logra imaginar una actividad en base a la técnica de corte láser, los tres docentes se empeñan a que sea el profesor de tecnología que elija, como si no apreciaran la posibilidad de pensar una actividad multidisciplinar. Al final de la sesión no llegan a presentar ninguna idea.</p>	<p>DRI (4/07/2013) Actas_Reuniones (4/07/2013)</p>
<p>Un grupo interpreta la tarea como una búsqueda de recursos técnicos para la fabricación. Se concentra en aspectos instrumentales como base para la actividad dirigida al alumnado. No llega a pensar un marco para la actividad que implique conexiones con el currículo. Identifica una trayectoria de aprendizaje para la introducción al software Inkscape. Los participantes tienen dificultades a la hora de pensar desde cero una actividad basada en el uso de los recursos presentados.</p>	<p>DRI(2/07/2013) DRI(4/07/2013) Actas_Reuniones (4/07/2013)</p>
<p>El hecho de tener que diseñar algo y buscar los conocimientos necesario en base a las necesidades de un proyecto concreto provocó crisis en varios docentes. Parecían encontrarse incómodos a la hora de no tener un temario predeterminado de contenidos que aprender. “A ver, a mi dime lo que hay que hacer, dame un ejercicio con el programa este y ya está.” me pedía enfadado uno de los profesores.</p>	<p>DRI(4/07/2013)</p>
<p>La dificultad, según lo que refieren los participantes está en no tener un objetivo establecido, una conexión específica con un ámbito curricular. Se detecta en los participantes la falta casi total de estrategias y técnicas para la ideación y definición de proyectos, tal como brainstorming, el uso de mapas mentales o diagramas de flujo.</p>	<p>DRI(4/07/2013)</p>
<p>El grupo interpreta la tarea concentrándose en la identificación de una serie de objetos/artefactos que quieren construir para el centro escolar, no se establecen conexiones con el currículum. Parecen percibir el fabLAB como un taller donde “encargar” la realización de objetos.</p>	<p>Actas Reuniones(4/07/2013)</p>
<p>Ningún grupo piensa en el proceso, en ningún caso se plantea un reto abierto para el alumnado.</p>	<p>DRI(2/07/2013) DRI(3/07/2013) DRI (4/07/2013) Actas Reuniones (4/07/2013)</p>

Desde el diario reflexivo de la investigadora, como queda resumido en la Tabla 12, se extrae que la mayoría de los participantes tienen dificultades a la hora de pensar desde cero una actividad basada en el uso de los recursos presentados. La dificultad, según lo que refieren está en no tener un objetivo establecido, una conexión específica con un ámbito curricular. Se detecta dificultad a la hora de pensar actividades transdisciplinarias y multidisciplinares.

Asimismo, se detecta en los participantes la falta casi total de estrategias y técnicas para la ideación y planificación de proyectos, tal como el *brainstorming*, el uso de mapas mentales o diagramas de flujo.

El núcleo detectado se manifiesta a partir de los siguientes eventos:

1. Bloqueo: no se logra imaginar una actividad que integre las técnicas presentadas;
2. Énfasis en los aspectos instrumentales: se interpreta la tarea desde un punto de vista instrumental, como una búsqueda de recursos técnicos o la elaboración de secuencias de instrucciones para la realización de un artefacto;
3. Énfasis en el objeto: se identifican objetos/artefactos para replicarlos sin tener en cuenta las potencialidades del proceso de creación del alumno;
4. Falta de integración: no se llega a pensar un marco para integrar la actividad dentro de un proyecto más articulado.

4.1.4 Decisión de diseño 2 (DD2): Incremento de la estructuración del proceso de ideación

Se decide proporcionar una mayor estructuración al proceso de ideación de las propuestas de proyecto. Para ello se añaden al módulo de iniciación dinámicas reflexivas y se proporcionan instrumentos para la visualización de

procesos de diseño y desarrollo de proyectos.

Con la introducción de dinámicas reflexivas en la fase de ideación se pretende ayudar al profesorado en la generación de estrategias para el desarrollo y la integración de proyectos en el trabajo de aula. Se cree que la vivencia de la experiencia de *making*, junto con la reflexión sobre las potencialidades educativas del proceso de creación, podrían ayudar al profesorado a establecer conexiones entre diferentes ámbitos disciplinarios. Todo ello a través de aprendizajes vivenciales para lograr apreciar el valor aportado por un enfoque basado en el proceso.

Con la introducción de herramientas de visualización, como mapas mentales y diagramas de flujo, se persigue apoyar al profesorado en el proceso de ideación y planificación de proyectos. Asimismo, se busca que el profesorado tenga una experiencia directa del uso de estas herramientas para que tome consciencia de sus potencialidades de cara a su integración en el trabajo con el alumnado.

4.1.5 Núcleo problemático 3 (NP3): dificultad a la hora de activar procesos de indagación y aprendizaje autónomo

Las actividades de *making*, por ser procesos basados en la invención, no siempre permiten ser estructuradas por el docente o tener una trayectoria de aprendizaje establecida. Las herramientas y los conocimientos implicados tampoco se pueden establecer de antemano, ya que dependen del desarrollo del proyecto y de cómo el aprendiz decida llevar a cabo su realización. En este contexto, el rol del docente consiste, primero, en diseñar el entorno donde la actividad se desarrolla y, segundo, en acompañar el devenir del alumno proporcionando estímulos o herramientas para que lleve a cabo su proceso de creación o indagación. Es necesario que el docente sea capaz de llevar a cabo procedimientos autónomos de indagación para apoyar al alumno en su desarrollo desde un punto de vista instrumental y pedagógico.

Por este motivo, al profesorado se le proponen prácticas de indagación

vinculadas a la adaptación de actividades de *making* a su contexto de aula. Se le plantea que investigue en red sobre técnicas de prototipado o estrategias de diseño de producto que se puedan vincular con el trabajo que llevan a cabo en el aula, dentro y fuera de los marcos curriculares.

Tabla 13

Eventos relevantes para la identificación del NP3

Eventos relevantes	Fuente
Un grupo de docentes del no lleva a cabo la tarea de indagación sobre las técnicas presentadas, no buscan ningún recurso.	DRI (2/07/2013) DRI (3/07/2013) DRI (4/07/2013) ActasReuniones (4/07/2013)
Se concentran en el re-diseño de objetos, ya presentados en la formación, no buscan nada nuevo.	DRI (2/07/2013) DRI (3/07/2013) DRI (4/07/2013) ActasReuniones (4/07/2013)
Un grupo busca trabajar el diseño de objetos sencillos, como letreros o llaveros, conformandose con los primeros resultados encontrados.	DRI (2/07/2013) DRI (3/07/2013) DRI (4/07/2013) ActasReuniones (4/07/2013)

Como se extrae de las notas del diario reflexivo resumidas en la Tabla 13 y de las contribuciones del equipo de educación recogidas en el acta de la reunión del 4/07/2013, los docentes tienen dificultades a la hora de llevar a cabo la tarea.

Estas dificultades se manifiestan a través de los siguientes eventos recurrentes:

1. Los docentes no llevan a cabo la tarea de indagación sobre las técnicas presentadas, no buscan ningún recurso;
2. Se concentran en el re-diseño de objetos ya presentados en la formación, no buscan nuevos recursos;
3. Se concentran en el diseño de objetos sencillos, como letreros o

llaveros, conformándose con los primeros resultados encontrados.

La actitud más común es concentrarse en el diseño de un tipo de objeto para que el alumnado pueda repetirlo. Este comportamiento, ya conocido en la literatura como 'síndrome del llavero' (*keychain syndrome*) (Blikstein, 2013) se enmarca en una tendencia detectada en las actividades de *making*. Dicha tendencia consiste en la realización repetitiva de objetos sencillos, como letreros o llaveros, sin experimentar con artefactos más complejos. Las técnicas de fabricación digital y *making* permiten crear objetos con acabado profesional sin requerir conocimientos complejos de diseño. Esto genera en el participante la tendencia a querer repetir el mismo tipo de objeto para no salir de su zona de confort y explorar otras soluciones que podrían llevarle al fracaso.

Cuando se quieren implementar actividades de *making* en contextos educativos, este aspecto es crítico porque, para que se generen aprendizajes relevantes que vayan más allá de las habilidades instrumentales, es fundamental que el aprendiz experimente la creación de artilugios cuya realización proporcione situaciones de aprendizaje basadas en la idea papertiana de diversión difícil (*hard fun*), es decir, una experiencia de creación absorbente, profunda y compleja (Stager, 2005).

4.1.6 Decisión de diseño 3 (DD3): Elaboración de un repositorio de recursos técnicos, proyectos e ideas para la elaboración de proyectos

Se decide proporcionar al profesorado un repositorio de recursos para fomentar la inspiración acerca de proyectos basados en el *making* donde sea posible documentarse sobre aspectos técnicos y pedagógicos.

El objetivo es, por un lado, proporcionar un material que permita apreciar las oportunidades educativas de un proceso de creación a través del *making* y, por el otro, apoyar al profesorado en la generación de estrategias para su implementación.

Se busca un material poco estructurado, que estimule procesos de indagación y permita al docente entrar en contacto con prácticas y recursos adaptables a sus necesidades. Asimismo, se desea que el recurso proceda del trabajo de educadores que se dedican a implementar entornos *maker* a partir de una aproximación constructivista al aprendizaje.

Se identifica como recurso el conjunto de actividades, proyectos y buenas prácticas elaborado por el grupo de educadores expertos en *making*, *FabLearn Fellowship*, que se encuentra disponible en el sitio web *FabLearn*³³.

4.1.7 Núcleo problemático 4 (NP4): Sensación de ansiedad por la pérdida del control sobre la gestión de la clase

En el módulo de *formación en acción*, donde cada grupo docente trabaja conjuntamente con el alumnado, la investigadora/formadora y el técnico de laboratorio en la implementación de las actividades diseñadas durante los módulos de iniciación y elaboración de proyectos el docente guía la actividad, la investigadora acompaña, el técnico gestiona la maquinaria y da soporte en las tareas de diseño por ordenador y el alumnado lleva a cabo las actividades de *making* propuestas.

Las actividades de *making* a menudo se desarrollan a través de dinámicas de trabajo de apariencia caótica: los alumnos se mueven por el espacio, buscan recursos, usan ordenadores, trabajan en el suelo y el nivel de ruido suele ser alto. Es una situación radicalmente diferente a la que, por lo general, se da en las aulas.

³³ "Resources | FabLearn Fellows - Stanford University".
<http://fablearn.stanford.edu/fellows/resources>. Se consultó el 4 ene... 2018.

Tabla 14

Eventos relevantes para la identificación del NP4

Eventos relevantes	Fuente
Los docentes manifiestan incomodidad al ver los alumnos que se mueven por el espacio buscan recursos, usan ordenadores, trabajan en el suelo, el nivel de ruido suele ser alto.	DRI (30/09/2013; 01/10/2013; 02/10/2013; 04/10/2013; 07/10/2013; 15/10/2013; 17/10/2013); Acta Reunion (29/11/2013).
Ansiedad durante la sesión, comunican que no se sienten en control, preocupados que se genere más caos. Una docente refiere sentirse “inútil” al no estar ejerciendo la tarea docente.	DRI (30/09/2013; 01/10/2013; 02/10/2013; 03/10/2013; 04/10/2013; 07/10/2013; 15/10/2013; 17/10/2013) Acta Reunion (29/11/2013)
Uno de los docentes interrumpe varias veces la actividad porque hay caos, comunica a la investigadora que no se encuentra cómodo dejando los alumnos organizarse solos, finalmente sale del laboratorio.	DRI (18/11/2013) Acta Reunion (29/11/2013)

Como queda confirmado por el diario de la investigadora y tal y como se resume en la Tabla 14, esta situación genera una sensación de incomodidad en 6 de los 9 grupos participantes. Los docentes manifiestan esta incomodidad en varias ocasiones. En unos casos lo expresan verbalmente, admitiendo que sienten ansiedad durante las primeras sesiones de trabajo con el alumnado. Esta ansiedad es debida al hecho de sentir que no controlan la situación. Otros docentes se manifiestan preocupados por que se generen situaciones peligrosas para los alumnos.

En un caso, uno de los docentes interrumpe varias veces la actividad, comunica a la investigadora que no se encuentra cómodo dejando que los alumnos se organicen solos y finalmente sale del laboratorio.

Destacan 3 emociones en las comunicaciones de los docentes:

1. Ansiedad debida a la pérdida de control sobre la actividad de los alumnos;
2. La preocupación de que se generen situaciones peligrosas;

3. Sentirse “inútil” al no estar ejerciendo lo que suponen deben ejercer como docentes.

Las tres emociones detectadas parecen vincularse a una concepción de la práctica de enseñanza como acción de organización, control del alumnado y transferencia de información, incompatible con el enfoque constructivista que está en la base del diseño del entorno de formación.

4.1.8 Decisión de diseño 4 (DD4): Acompañamiento y escucha individual

Con el objetivo de reducir el nivel de estrés y de incomodidad de los docentes, se decide apoyarlos a través de conversaciones individuales enfocadas a restablecer la calma, para que tomen conciencia de las emociones implicadas y las gestionen sin que desemboquen en comportamientos autoritarios hacia el alumnado o en querer intervenir de forma exagerada en su proceso creativo.

Asimismo, sobre todo en relación a la sensación de inutilidad, la acción de apoyo trata de actuar sobre el sistema de creencias de los docentes. Así, se proporcionan explicaciones, justificaciones y evidencias que permitan apreciar los beneficios de una actitud docente menos directiva y más enfocada a la observación.

4.1.9 Núcleo problemático 5 (NP5): Actitudes intervencionistas a la hora de acompañar el proceso creativo del alumnado

Siempre en el contexto de la *formación en acción* destaca, como se muestra en las notas del diario de la investigadora resumidas en la Tabla 15, que en casi todos los docentes aparece la tendencia a intervenir muy frecuentemente en el proceso de creación del alumno. Por ello, el docente ofrece al alumno soluciones, expresa juicios, trata de modificar la organización del trabajo que el mismo alumno define y, sobre todo, trata de evitar que el alumno cometa errores.

Tabla 15

Eventos relevantes para la identificación del NP5

Eventos relevantes	Fuente
Los docentes actúan tratando pautar y organizar el proceso de trabajo de los alumnos interviniendo, ofreciendo soluciones. Intervienen muy frecuentemente.	DRI (15/10/2013; 11/11/2013; 13/11/2013;14/11/2013;15/11/20113; 25/11/2013; 26/11/2013; 28/11/2013)
Expresan continuos juicios sobre el trabajo de los alumnos, la calidad de los artefactos, en unos casos imponen soluciones. No creen que puedan organizarse solos “con esos alumnos estas cosas no se pueden hacer, con esa gente hay que marcar continuamente”.	DRI (14/01/2014; 15/01/2014; 17/01/2014; 27/01/2014; 28/01/2014; 30/01/2014)
Uno de los dos docentes pretende decidir donde se tienen que sentar y la composición de los grupos de trabajo.	DRI_IMP1 (14/03/2014; 17/03/2014)
Durante el trabajo de los grupos interrumpe, quita de las manos los prototipos en proceso, se pone a realizar él mismo la tarea.	
También destaca que en ningún caso los docentes utilizan los momentos de trabajo autónomo del alumnado para observar las dinámicas grupales y el comportamiento en general.	Acta_Reunion (28/03/2014)

El núcleo se manifiesta a partir de los siguientes eventos recurrentes:

1. Los docentes actúan tratando de pautar y organizar el proceso de trabajo de los alumnos, interviniendo en dicho proceso;
2. Ofrecen o imponen soluciones;
3. Expresan juicios sobre el trabajo de los alumnos y la calidad de los artefactos;
4. En casos extremos se ponen a realizar la tarea.

Se detecta una actitud general que prioriza los productos antes que los procesos. Esta actitud se materializa en una urgencia por que los alumnos lleven a cabo la realización del artefacto. En su forma más extrema, esta actitud puede llevar al docente a realizar íntegramente la creación o “corregir”

el objeto producido por el alumno.

Las actitudes intervencionistas en el proceso de creación del alumno no son compatibles con la aproximación constructivista al aprendizaje elegida por el entorno y parecen dificultar la adopción del estilo de facilitación del *learning design*.

También destaca que en ningún caso los docentes utilizan los momentos de trabajo autónomo del alumnado para la observación y la evaluación formativa, comportamiento que limita la acción en las dimensiones de observación y evaluación de la práctica docente como diseño de aprendizajes (*learning design*).

4.1.10 Decisión de diseño 5 (DD5): Favorecer una actitud observadora a través de la elaboración conjunta de plantillas para la observación

Con la finalidad de reducir las intervenciones de los docentes y fomentar una actitud observadora, se decide elaborar de manera conjunta con el profesorado unas plantillas para la observación e implementar su uso en la IMP2. Durante las sesiones de tutoría que se llevan a cabo a principio del módulo de *formación en acción* de la IMP2 se presenta al profesorado un ejemplo de plantilla para la observación de las actividades de creación. Asimismo, se invita a los docentes a configurarla según los indicadores y las dimensiones que sean más significativas para su contexto. Las plantillas adaptadas se utilizarán para la observación de las sesiones con el alumnado.

Se cree, tal como afirman los expertos y según las recomendaciones de Bannan-Ritland (2008), que la elaboración de material para la observación puede ser un estímulo para que el docente experimente directamente la vivencia de adoptar una actitud observadora y aprecie sus beneficios a la hora de evaluar los aprendizajes del alumnado.

Además, actuando sobre la dimensión de diseño de la práctica docente entendida como *learning design*, y en consonancia con las recomendaciones de la TDR (Bannan-Ritland, 2008) se quiere involucrar el profesorado en la co-

creación de instrumentos para la observación y la evaluación.

4.1.11 Núcleo problemático 6 (NP6): Dificultades a la hora de producir documentación

En la implementación de metodologías de aprendizaje experiencial, como es el caso del *making*, sobre la documentación recae un papel fundamental: tiene la función de sistematizar los aprendizajes adquiridos a través del proceso de creación. Por esa razón, parece necesario que la experiencia formativa proporcione herramientas para la comprensión de los procesos de documentación, así como la generación de instrumentos para su realización.

En cada sesión de los módulos de *iniciación* y de *formación en acción* se pide al profesorado que elabore una documentación reflexiva de la actividad que permita apreciar los aprendizajes generados, las conexiones de las actividades con los contenidos curriculares y los elementos útiles para la evaluación formativa.

Tabla 16

Eventos relevantes para la identificación del NP6

Eventos relevantes	Fuente
Los participantes se refieren a la documentación como “papeleo inútil” o “pérdida de tiempo”; “un papeleo que no sirve de nada y nos hace perder un tiempo que podríamos dedicar a los alumnos” o que, una vez escrito, “se queda en un cajón y nadie lo va a leer” Otra dice “yo, la documentación no la escribo, pero me acuerdo de todo, pregúntame y te lo cuento..”	DRI (4/07/2013)
Una docente del grupo a la invitación de proporcionar la documentación refiere que ella “lo tiene todo documentado en su cabeza” y define como “innecesario” tener que recoger en un texto sus reflexiones.	DRI (4/07/2013)
La documentación presentada por los grupos es muy superficial, solo se refiere al desarrollo cronológico de la actividad, no se encuentran críticas o reflexiones.	Documentación IMP1_01 Documentación IMP1_02 Memorias Evaluacion IMP1
De 9 grupos solo 2 presentan documentación	
En relación a la documentación los docentes manifiestan incomodidad, hacen referencia al hecho que ya han tenido que escribir la programación	DRI (02/10/2013; 04/10/2013; 11/11/2013; 13/11/2013; 15/01/2014)
Cansancio a la hora de producir textos; lamentan tener que producir “papeleo inútil”	
De conversaciones informales con el profesorado, recogidas en el diario reflexivo de la investigadora, resulta que la documentación escrita supone mucho esfuerzo y genera cansancio.	DRI (21/11/2013; 27/11/2013; 25/03/2014)

Como resulta del análisis de las notas del diario de la investigadora y de los textos presentados y tal, y como se resume en la Tabla 16, se destaca que de los 9 grupos participantes en la IMP1 solo 2 llegan a elaborar los textos de documentación.

El rechazo a producir textos de documentación se justifica por parte de los docentes a partir de dos razones:

1. El esfuerzo y el cansancio que conlleva la elaboración de textos;
2. Una concepción negativa de la documentación como “papeleo inútil” o

“pérdida de tiempo”.

4.1.12 Decisión de diseño 6 (DD6): Simplificación de la tarea de documentación de las sesiones

Se decide simplificar la tarea de documentación proporcionando una plantilla para realizar dicha tarea de forma más visual. Se cree que la adopción de un formato de presentación multimedia pueda actuar como elemento motivador y superar el rechazo a la producción de textos.

Asimismo, se cree que involucrar al profesorado en la documentación de las sesiones a través de imágenes proporciona una vivencia útil a la hora de elaborar estrategias e instrumentos para generar y compartir conocimiento.

4.1.13 Núcleo problemático 7 (NP7): La documentación falta totalmente del componente reflexivo y pedagógico

Tabla 17

Eventos relevantes para la identificación del NP7

Eventos relevantes	Fuente
La documentación de las sesiones de trabajo se limita a describir las actividades llevadas a cabo sin profundizar o reflexionar sobre aspectos críticos o problemáticos.	Documentación IMP1_01 Documentación IMP1_02 Memoria Evaluación IMP1
No se encuentran referencias a posibles adaptaciones de las actividades propuestas al trabajo de aula o a los contenidos curriculares.	Documentación IMP1_01 Documentación IMP1_02 Memoria Evaluación IMP1

Como se comprueba en la documentación producida por los docentes (Documentación, IMP1) y en las Memorias de Evaluación y tal como se resume en la Tabla 17, la documentación de las sesiones de trabajo se limita a describir las actividades llevadas a cabo sin profundizar o reflexionar sobre aspectos críticos o problemáticos.

La documentación producida, además, destaca por tener un estilo narrativo “infantil”, como si el relato procediera del alumnado. Los textos no parecen

documentos de trabajo del docente, sino relatos dirigidos a los padres sobre las “excursiones” al laboratorio. Los textos producidos dan la sensación de que se documentan para explicar a las familias y al resto del cuerpo docente qué se hace durante las sesiones en el laboratorio de fabricación.

Un aspecto interesante que emerge de varias conversaciones informales con los docentes es la idea de que recoger en un documento las reflexiones es algo innecesario, porque el docente “lo tiene todo documentado en su cabeza” (DRI, 4/07/2013). Esto parece evidenciar una concepción de la documentación como una acción que el docente lleva a cabo por cuenta propia y que no es en ningún caso algo a compartir con otros.

Destaca además una generalizada confusión conceptual alrededor del significado y de la función de la documentación. Los docentes parecen no apreciar la utilidad de la documentación como instrumento para la evaluación y la sistematización de los aprendizajes experienciales. Tampoco reconocen el valor de la documentación en las dinámicas de autoaprendizaje e investigación.

4.1.14 Decisión de diseño 7 (DD7): Lecturas y elaboración de textos reflexivos

Se decide actuar sobre la concepción que los docentes tienen del papel de la documentación a través de la lectura de textos inspiración constructorista. Con esta decisión se pretende proporcionar a los docentes un marco teórico que les permita entender las relaciones entre los entornos de aprendizaje experienciales y las dinámicas de documentación y evaluación.

Se invita al profesorado a leer los textos propuestos y a producir unos textos reflexivos sobre los conceptos leídos.

La decisión se implementa en el módulo de *iniciación* de la segunda implementación (IMP2). Los textos propuestos son:

Falbel, A. (2001). *Constructorismo*. Ministerio de Educación Pública de

Costa Rica. Programa de Informática Educativa.

Rinaldi, C. (2001). La escucha visible. *Escuelas Infantiles de Reggio Emilia. Historia, filosofía y un proyecto de trabajo*. Buenos Aires: Novedades educativas.

4.1.15 Núcleo problemático 8 (NP8): Escasa madurez de los proyectos ideados

En el módulo que sigue a la iniciación se propone al profesorado la elaboración de una propuesta de proyecto que se implementará en el módulo de *formación en acción*.

Con esta actividad se quiere que el profesorado se apropie de lo aprendido y lo articule en una propuesta de diseño de aprendizajes. Esta propuesta debe establecer conexiones y sinergias entre la creación de artefactos, los elementos curriculares y la adquisición de las competencias básicas.

Asimismo se pretende que el profesorado active procesos de indagación y de aprendizaje autónomo, en consonancia con las dinámicas de creación de conocimiento de los entornos *maker* y la aproximación del *learning design* a la práctica docente.

Tabla 18

Eventos relevantes para la identificación del NP8

Eventos relevantes	Fuente
Están enfocados al producto	<u>Proyectos IMP1 01</u> <u>Proyectos IMP1 02</u> <u>Proyectos IMP1 04</u> <u>Proyectos IMP1 07</u> <u>Proyectos IMP1 08</u> DRI (18/10/2013) Acta Reunión(18/10/2013)
Los proyectos no son originales, resultan de la copia integral de proyectos previamente realizados	<u>Proyectos IMP1 01</u> <u>Proyectos IMP1 02</u> <u>Proyectos IMP1 03</u> DRI (18/10/2013) Acta Reunión (18/10/2013)
En unos casos se mezclan varios proyectos realizados.	<u>Proyectos IMP1 01</u> <u>Proyectos IMP1 02</u> <u>Proyectos IMP1 03</u> DRI (18/10/2013) Acta Reunión (18/10/2013)
Destaca una gran dificultad a la hora de pensar una actividad o un proyecto desde cero.	DRI (18/10/2013) Acta Reunión (18/10/2013)
La actitud más común que se detecta es querer acabar la fase de ideación lo antes posible; parece que el estado de incertidumbre debido a la no definición del proyecto.	<u>Proyectos IMP1 01</u> <u>Proyectos IMP1 02</u> <u>Proyectos IMP1 03</u> <u>Proyectos IMP1 04</u> <u>Proyectos IMP1 05</u> <u>Proyectos IMP1 06</u> <u>Proyectos IMP1 07</u> <u>Proyectos IMP1 08</u> DRI (18/10/2013) Acta Reunión (18/10/2013)
Las posibilidades de fracaso y la posibilidad que no sea posible elaborar un producto final generan una situación de ansiedad de la que los docentes se quieren alejar conformándose con un proyecto sencillo ya definido y centrado en la construcción de un objeto.	DRI (18/10/2013) Acta Reunión (18/10/2013)

Del análisis de los proyectos realizados y de las notas del diario de la investigadora, tal como se resume en la Tabla 18, destaca que las propuestas no son originales y vienen de la copia integral de proyectos previamente realizados o de la mezcla de varios proyectos realizados.

Asimismo, se destaca que existe una gran dificultad a la hora de inventar una actividad o un proyecto desde cero. La actitud más común que se detecta es la de querer acabar la fase de ideación lo antes posible. Parece que el estado de incertidumbre debido a la no definición del proyecto, las posibilidades de fracaso y la posibilidad de que no sea posible elaborar un producto final, generan una situación de ansiedad de la que los docentes se quieren alejar conformándose con un proyecto sencillo ya definido.

Destaca también que todos los proyectos están enfocados a la realización de un producto y al desarrollo de los aprendizajes instrumentales necesarios para su realización. En la mayoría de los grupos no se valoran como ocasiones de aprendizaje para el alumnado ni los procesos de investigación ni los procesos de toma de decisiones que usualmente aparecen durante la realización de proyectos.

Además, los proyectos no se plantean generar artefactos o entornos a partir de los intereses del alumnado.

Estos aspectos entran en contradicción con los siguientes objetivos del entorno de formación:

- Aprender a diseñar entornos de aprendizaje dirigidos al alumnado donde se use la tecnología para la creación de artefactos significativos.
- Aprender a diseñar y facilitar experiencias de creación con tecnología.
- Aprender a diseñar entornos de aprendizaje que fomenten dinámicas no jerárquicas de intercambio de conocimiento entre docentes y alumnado.

4.1.16 Decisión de diseño 8 (DD8): Dinámicas de reflexión colectiva (studio approach)

Se decide que en la fase de ideación de proyectos se introducirán momentos de discusión y reflexión colectiva. Se tratará de sesiones de crítica basadas en el *studio approach* de Shön (1983) donde los docentes comparten y presentan sus propuestas y reciben *feedback* de los compañeros, los

formadores y de la investigadora. La decisión se implementa en el módulo de iniciación de la IMP2 y en las sesiones de tutoría que cada grupo docente tiene con la investigadora, durante la primera parte del módulo de *formación en acción*.

De acuerdo con las recomendaciones de los expertos (E01) se busca generar situaciones de intercambio colectivo en las que se pueda llevar a cabo la reflexión sobre el diseño de proyectos y estrategias para el aprendizaje.

4.2 Evaluación de las decisiones de diseño de la primera implementación (IMP1)

En los apartados que siguen, para cada decisión de diseño adoptada primero se proporciona un resumen de las evidencias que confirman su efectividad junto con los datos utilizados para su triangulación, y, a continuación, se proporciona una descripción detallada del proceso de evaluación.

4.2.1 Evaluación decisión de diseño 1 (DD1): Proporcionar una experiencia de creación más intensa en la Iniciación

La decisión de proporcionar una la experiencia de creación más intensa y cautivadora en el módulo de *iniciación* parece reducir las actitudes tecnofóbicas detectadas en la primera implementación (IMP1) y, a la vez, favorecer que el profesorado actúe de forma más autónoma y segura a la hora de utilizar las herramientas y plantear actividades para el alumnado en el laboratorio.

Como describe una de las docentes:

Una vez que estuvimos aquí trabajando, adquirimos un montón de herramientas que pudimos llevar al aula y que nos permitieron trabajar de una forma más autónoma y realizar trabajos en el aula que luego poníamos en práctica aquí utilizando las herramientas con los alumnos (Entrevista a una docente, E05).

Los eventos asociados al núcleo problemático 1, tales como la sensación

general de aturdimiento, los bloqueos a la hora de usar los dispositivos y la falta de autonomía (todos ellos detectados en la IMP1) se manifiestan con menos frecuencia e intensidad en la segunda implementación (IMP2).

Tabla 19

Evidencias de confirmación DD1

Evidencia de confirmación	Fuente
Se reducen las actitudes tecnofóbicas detectadas. La introducción de una iniciación intensiva favoreció que el profesorado se sintiera más autónomo y seguro, desde el punto de vista técnico a la hora de plantear actividades para el alumnado.	DRI (11/11/2014; 13/11/2014; 18/11/2014; 20/11/2014; 24/11/2014)
Una vez acabada la iniciación los grupos de docentes, elaboran de forma autónoma actividades basadas en las técnicas aprendidas en la iniciación.	<u>Proyectos IMP2 0</u> <u>1</u> <u>Proyectos IMP2 0</u> <u>2</u>
Cada grupo logra hacer una propuesta de proyecto que integra las técnicas aprendidas en la iniciación en propuestas para el alumnado.	<u>Proyectos IMP2 0</u> <u>3</u>

Como se extrae de las notas del diario de la investigadora y del análisis de los proyectos realizados (resumidos en la Tabla 19), una vez acabada la iniciación, los grupos de docentes elaboran de forma autónoma actividades que integran las técnicas aprendidas en la iniciación y experimentan de forma directa el uso de las máquinas y de los programas necesarios.

Aunque todas las actividades diseñadas no tengan el mismo nivel de complejidad, originalidad y profundidad, cada grupo logra hacer una propuesta de proyecto que integra las técnicas aprendidas en la iniciación en propuestas para trabajar con el alumnado.

4.2.2 Evaluación decisión de diseño 2: Una mayor estructuración en la fase de ideación

Tal como se evidencia en las notas del diario de la investigadora resumidas en la Tabla 20 y como se extrae de la contribución de una docente, una mayor estructuración de la fase de ideación de los proyectos ayudó a los participantes a ver con más claridad las posibilidades del *making*:

Dispusimos de todo tipo de ayuda y entonces ya empezamos a ver todas las posibilidades que podía tener y empezamos a desarrollar todo el proyecto, siempre tutelados y con la ayuda de fabLAB, de una manera mucho más ágil y más precisa (Entrevista a una docente, E05).

Tabla 20

Evidencias de confirmación DD2

Evidencias de confirmación	Fuente
Una mayor estructuración del proceso de ideación a través del uso de herramientas visuales parece facilitar, agilizar la generación de propuestas de proyectos.	DRI_IMP2 (10/09/2014; 11/11/2014; 13/11/2014; 18/11/2014; 20/11/2014; 24/11/2014)
Las dinámicas reflexivas son participadas, los docentes establecen conexiones entre las actividades de <i>making</i> y los contenidos curriculares.	
Dos grupos, aprecian las dinámicas reflexivas como útiles para la elaboración de las propuestas.	<u>Proyectos IMP2_01</u> <u>Proyectos IMP2_02</u>
Cada grupo genera una idea de proyecto y se plantea las fases para su realización.	<u>Proyectos IMP2_03</u>

El uso de herramientas visuales parece facilitar y agilizar la generación de propuestas de proyectos. Cada grupo genera una idea de proyecto y se plantea las fases para su realización.

Las dinámicas reflexivas tienen más participación y parecen ayudar a los docentes a establecer conexiones entre las actividades de *making* y los contenidos curriculares.

Destaca el hecho de que dos grupos, inicialmente muy preocupados por la ideación del proyecto, argumentan que las dinámicas reflexivas de la iniciación y de las sesiones de tutoría les han ayudado en la elaboración de las propuestas.

Los eventos asociados al Núcleo Problemático 2, como los bloqueos a la hora

de imaginar una actividad en base a las técnicas presentadas, el énfasis de los proyectos en los aspectos instrumentales, así como la falta de integración de elementos curriculares, no se vuelven a producir en la IMP2.

No obstante, persiste una tendencia general del profesorado a concentrarse más en los productos que en los procesos a la hora de estructurar el desarrollo de los proyectos.

4.2.3 Evaluación decisión de diseño 3: Creación de un repositorio de recursos

Tabla 21

Evidencias de confirmación DD3

Evidencias de confirmación	Fuente
Después de presentar el repositorio de recursos el profesorado genera dinámicas de indagación.	DRI_IMP2 (10/09/2014) DRI_IMP2 (11/11/2014) DRI_IMP2 (13/11/2014)
Cada grupo busca recursos dentro del repositorio proporcionado los usa para elaborar la propuesta de proyecto.	DRI_IMP2 (18/11/2014) DRI_IMP2 (20/11/2014) DRI_IMP2 (24/11/2014) <u>Proyectos IMP2_01</u> <u>Proyectos IMP2_02</u> <u>Proyectos IMP2_03</u>

La creación de un repositorio de recursos para el profesorado, como se extrae de las notas del diario de la investigadora resumidas en la Tabla 21 y de los proyectos presentados (Proyectos_IMP2), parece favorecer la activación de dinámicas de indagación en la fase de definición de las propuestas de proyecto.

Cada grupo, aunque con diferentes niveles de profundidad, busca recursos dentro del repositorio proporcionado y los integra en la propuesta de proyecto, adaptándolos a su contexto y objetivos.

Los eventos asociados al Núcleo Problemático 3, es decir la dificultad a la hora de activar procesos de indagación y aprendizaje autónomo sobre cómo implementar actividades centradas en *making* y fabricación digital en clase,

no se vuelven a presentar.

4.2.4 Evaluación decisión de diseño 4 (DD4): Apoyo a la gestión emocional

Tabla 22

Evidencias de confirmación DD4

Evidencias de confirmación	Fuente
El apoyo a la gestión emocional a través de una acción continua de coaching reduce los estados de ansiedad, se crea un clima de confianza en el grupo. Durante una conversación informal, un docente admite: “siento que me estoy entregando a la metodología” (DRI, 24/11/2014)	DRI (9/10/2014; 15/10/2014; 16/10/2014; 17/10/2014; 20/10/2014; 11/11/2014; 12/11/2014; 20/11/2014; 24/11/2014; 03/03/2015)
Lo convence que los alumnos trabajan mejor	Entrevista a un docente (E08)

El apoyo a la gestión emocional a través de una acción continua de *coaching* y de toma de conciencia de los estados emocionales involucrados en la práctica, como resulta del diario de la investigadora, tal como se resume en la Tabla 22, parece reducir los estados de ansiedad del profesorado en las sesiones de trabajo con el alumnado. También parecen contribuir a crear confianza hacia el enfoque utilizado, especialmente en relación a dejar que los alumnos trabajen de forma autónoma y tomen decisiones.

Por ejemplo, durante una conversación informal, recogida por el diario de la investigadora (DRI, 24/11/2014), un docente admite: “siento que me estoy entregando a la metodología”, como manera de subrayar que la forma de trabajo propuesta es algo muy distante a su estilo de enseñanza y que aún así decide confiar en ella y experimentarla.

En este sentido, el apoyo emocional parece conferir al docente la confianza necesaria para que asuma una posición de observador activo mientras que el alumnado trabaja de forma autónoma y así poder apreciar los cambios que se generan. Como describe uno de los docentes:

Al principio es un poco difícil porque no estamos acostumbrados a que trabajen así, pero luego te das cuenta de que ellos trabajan mucho mejor. Incluso algunos que normalmente no trabajan en clase, pues cuando están en grupo se ayudan unos a otros al ver que son cosas que parten de ellos, porque en los proyectos que hicimos siempre partimos de las ideas del alumnado, pues trabajan mucho mejor (Entrevista a un docente, E08).

La sensación referida de ansiedad debida a la pérdida de control sobre la actividad de los alumnos se manifiesta solo en un caso acompañada por la sensación de no estar ejerciendo la tarea de “profesor”. En este caso, a través del apoyo proporcionado por la formadora, no se logró generar la confianza necesaria en el enfoque.

4.2.5 Evaluación decisión de diseño 5 (DD5): Elaboración conjunta de plantillas de observación

Tabla 23

Evidencias de confirmación DD5

Evidencias de confirmación	Fuente
El profesorado responde positivamente, y elabora plantillas.	<u>Plantillas IMP2_01</u> <u>Plantillas IMP2_02</u> <u>Plantillas IMP2_03</u> <u>Plantillas IMP2_04</u>
4 grupos sobre 5 elaboran sus plantillas a partir del esquema proporcionado por la investigadora adaptandolo a sus necesidades.	Elaboración plantillas DRI (10/09/2014; 11/11/2014; 18/11/2014; 20/11/2014; 25/11/2014)
Los docentes se concentran en observar.	Uso plantillas DRI (25/11/2014;
Caso disonante, un docente, con la plantilla en la mano, se queda al lado de cada alumno y marca los comportamiento en las casillas cuando se generan, como si fuera un examen. En unos casos comunica al alumno la observación que anota, como si fuera una nota (Carlos).	14/01/2015; 20/01/2015; 22/01/2015; 23/01/2015; 05/03/2015)

La elaboración conjunta de plantillas de observación como estrategia para fomentar una actitud observadora en el profesorado parece ser confirmada

por el número de plantillas elaboradas y utilizadas por el profesorado en esta implementación. Del total de cinco grupos, cuatro elaboran plantillas a partir del esquema proporcionado por la investigadora, adaptándolo a sus necesidades.

Como se observa en las notas del diario de la investigadora resumidas en la Tabla 23, el uso de las plantillas durante las sesiones parece favorecer que el docente se concentre en la tarea de observación. Así, se aleja físicamente del centro de la actividad sin intervenir en el trabajo del alumnado.

En un caso se malinterpreta la finalidad de las plantillas y se utilizan como si fueran un instrumento de calificación, tipo una rúbrica de evaluación del comportamiento del alumno. El docente, con la plantilla en la mano, se queda al lado de cada alumno y marca los comportamientos en las casillas cuando se generan, como si fuera un examen. En unos casos comunica al alumno la observación que anota, como si fuera una nota.

Al igual que en el caso de la documentación, se detecta que la mayoría de los docentes no aprecia la correlación entre la observación y la evaluación formativa de la actividad y no utiliza la información recogida a la hora de adaptar la acción educativa. La tendencia general es querer entregar las plantillas a la formadora para que las revise.

La decisión de diseño se evalúa como efectiva sólo en parte. La elaboración de plantillas parece favorecer que el docente experimente prácticas de observación e identifique indicadores, pero no parece ser una solución adecuada para fomentar la integración de la observación en la evaluación formativa de la actividad.

Este aspecto coincide con el núcleo problemático NP9 de la segunda implementación (IMP2) y se analiza más adelante.

4.2.6 Evaluación decisión de diseño 6 DD6: Simplificación de la tarea de documentación

Tabla 24

Evidencias de confirmación DD6

Evidencias de confirmación	Fuente
Realizar la documentación en formato audiovisual parece facilitar las tareas de documentación.	<u>Documentación IMP2_01</u> <u>Documentación IMP2_02</u> <u>Documentación IMP2_03</u>
Tres centros llegan a producir la documentación de todas las sesiones en forma de presentación multimedia.	<u>Documentación IMP2_01</u> <u>Documentación IMP2_02</u> <u>Documentación IMP2_03</u>
La calidad de la documentación producida es similar a la de la IMP1.	<u>Documentación IMP2_01</u> <u>Documentación IMP2_02</u> <u>Documentación IMP2_03</u>

La simplificación y estructuración de la tarea de documentación, tal como resulta del análisis de la documentación producida y resumida en la Tabla 24, parece favorecer la generación de documentación de las sesiones, pero parece que no mejora su calidad reflexiva.

El porcentaje de grupos que presentan documentación de las sesiones en la IMP2 es del 60 %, contra el 22,2 % de la IMP1.

La propuesta de elaborar la documentación en un formato audiovisual parece reducir el esfuerzo y cansancio generado por la redacción de textos y motivar al docente a realizar las tareas de documentación. Pero parece que no influye en su calidad. El formato audiovisual agiliza la tarea de documentación, pero no mejora el nivel de reflexión.

Asimismo, parece no influir sobre la percepción de la documentación, que sigue siendo vista como un “papeleo inútil” o una “pérdida de tiempo”.

La decisión se evalúa como efectiva solo en relación a la agilización de la tarea de documentación y al hecho de que genere menos resistencias en el profesorado. Permanece vigente la necesidad de actuar para mejorar la

calidad de la documentación y la percepción de los docentes respecto a su utilidad.

El núcleo problemático 6, es decir resistencias del profesorado a la hora de producir documentación de las sesiones, asociado a esta decisión, se vuelve a manifestar en la segunda implementación (IMP2).

4.2.7 Evaluación decisión de diseño 7 (DD7): Lecturas de textos reflexivos

Tabla 25

Evidencias de confirmación DD7

Evidencias de confirmación	Fuente
De los 10 docentes solo 3 llevan a cabo las lecturas requeridas y entregan el texto.	<u>Reflexivos IMP2 01</u> <u>Reflexivos IMP2 02</u> <u>Reflexivos IMP2 03</u>
Las lecturas no repercuten en la documentación	<u>Documentación IMP2 01</u> <u>Documentación IMP2 02</u>

La propuesta de lectura de textos reflexivos, tal como se resume en la Tabla 25, genera mucha resistencia. De los 10 docentes tan solo 3 realizan una de las 2 lecturas propuestas y elaboran el texto reflexivo. De estos 3 docentes solo 2 elaboran documentación de las sesiones.

En el análisis de la documentación producida por estos dos docentes, tal como se comprueba en la Tabla 25, no se aprecian mejoras en la reflexión.

La decisión no parece favorecer la generación de documentación reflexiva acerca de las sesiones ni modificar la percepción de los docentes sobre su utilidad, como resulta del análisis de la documentación producida en la IMP2 citada en el apartado anterior.

4.2.8 Evaluación decisión 8: Dinámicas de reflexión colectiva

Tabla 26

Evidencias de confirmación DD8

Evidencias de confirmación	Fuente
Ne se aprecia calidad reflexiva en la documentación	<u>Documentación IMP2 01</u> <u>Documentación IMP2 02</u>
Se refuerza la originalidad de los proyectos ideados y su conexión con los contenidos curriculares.	<u>Documentación IMP2 03</u> <u>Proyectos IMP2 01</u> <u>Proyectos IMP2 02</u> Acta Reuniones IMP2 (25/11/2014) <u>Memorias Evaluacion IMP2</u>
Los proyectos elaborados se diferencian de forma significativa de los ejemplos proporcionados en la formación.	<u>Proyectos IMP2 01</u> <u>Proyectos IMP2 02</u> <u>Proyectos IMP2 03</u> Acta Reuniones IMP2 (25/11/2014)
Dos grupos dejan decidir a los alumnos	DRI (20/11/2014; 24/11/2014) Acta Reuniones IMP2 (25/11/2014)

Como se extrae de los análisis de los proyectos realizados por los docentes, así como del diario de la investigadora y como queda resumido en la Tabla 26, la decisión parece reforzar la originalidad de los proyectos ideados y su conexión con los contenidos curriculares.

Los proyectos elaborados tienen un mayor nivel de complejidad y se diferencian de forma significativa de los ejemplos proporcionados en la formación. Se aprecia la integración de los contenidos curriculares en las propuestas y su carácter interdisciplinario.

Cabe destacar el hecho de que dos grupos deciden dejar libertad al alumnado en relación a la elección del proyecto, en línea con las recomendaciones de la formadora y de acuerdo con el enfoque constructorista.

En la segunda implementación del entorno se vuelven a manifestar algunos de los eventos asociados a los núcleos problemáticos NP6 y NP7, tal como las resistencias del profesorado a la hora de producir documentación de las sesiones y la producción de documentación falta del componente reflexivo y pedagógico, así como de la conexión con el trabajo de aula.

4.3 Núcleos problemáticos y decisiones de diseño IMP2

4.3.1 Núcleo problemático 6 (NP6): Resistencias del profesorado a la hora de producir documentación de las sesiones

Tabla 27

Eventos relevantes para la identificación del NP6 en la IMP2

Eventos relevantes	Fuente
Rechazo al escribir textos, lamentan tener que producir “papeleo inútil”	DRI (11/11/2014; 18/11/2014; 20/11/2014)

Los docentes manifiestan incomodidad y cansancio a la hora de producir textos de documentación; lamentan tener que producir “papeleo inútil”.

4.3.2 Decisión de diseño 10 (DD10): Responsable de la documentación

Para limitar la sensación de cansancio referida por participantes en relación a la producción de documentación, se decide introducir en los grupos de trabajo el rol de responsable de la documentación. Se introduce así una figura que se dedica a la producción de la documentación y a la coordinación de las tareas que conlleva, liberando de esta tarea a los otros miembros del grupo.

4.3.3 Núcleo problemático 7 (NP7): Documentación no reflexiva que no se integra en la evaluación

Tabla 28

Eventos relevantes para la identificación del NP7 en la IMP2

Eventos relevantes	Fuente
La documentación no reflexiva	<u>Documentación IMP2_01</u> <u>Documentación IMP2_02</u> <u>Documentación IMP2_03</u>
La documentación no se relaciona con los procesos evaluativos.	<u>Documentación IMP2_01</u> <u>Documentación IMP2_02</u> <u>Documentación IMP2_03</u>

La documentación sigue siendo poco profunda, poco reflexiva y no se realiza con el fin de compartirla. También se destaca que el profesorado parece no apreciar la correlación entre la evaluación formativa y el uso de la documentación.

4.3.4 Núcleo problemático 9: Los docentes no utilizan las observaciones recogidas con las plantillas como un instrumento a la hora de adaptar la acción educativa

Tabla 29

Eventos relevantes para la identificación del NP9

Eventos relevantes	Fuente
Se limitan a rellenar y entregar las plantillas utilizadas, no elaboran el contenido, ni lo comparten con los compañeros.	DRI (14/01/2015; 20/01/2015; 26/01/2015; 03/03/2015; 22/04/2015)

Del análisis de las notas del diario de la investigadora, resumidas en la Tabla 29, se extrae que los docentes usan las plantillas de observación para recoger información durante las sesiones. Pero, sin embargo, no elaboran el contenido ni lo comparten con los compañeros ni lo integran en la

documentación. Parecen no apreciar la utilidad de las observaciones de cara a la evaluación formativa.

4.3.5 Decisión de diseño 9 (DD9): Dinámicas reflexivas sobre el tema de documentación/evaluación

La decisión 9 quiere dar respuesta a los aspectos problemáticos asociados al núcleo 7 y al núcleo 9. Se considera que ambos se generan a partir del desconocimiento de las relaciones entre la evaluación formativa, la documentación y la observación.

Se busca generar en el profesorado participante una toma de conciencia sobre el potencial de la documentación y de la observación como herramientas para la evaluación formativa. Para ello se activan, a partir del módulo de iniciación de la tercera implementación (IMP3), dinámicas reflexivas con la finalidad de que los participantes puedan apreciar la importancia de la documentación de las prácticas de enseñanza experienciales de cara a su transferencia y a su evaluación.

4.4 Evaluación decisiones de diseño IMP2

4.4.1 Evaluación decisión de diseño 9 (DD9): Dinámicas reflexivas sobre el tema de documentación/evaluación

Tabla 30

Evidencias de confirmación DD9

Evidencia de confirmación	Fuente
El trabajo de reflexión alrededor de la documentación como herramienta para la adaptación de la acción educativa en contextos de aprendizaje experiencial no se ve reflejado en la documentación producida.	Documentación IMP3_01 Documentación IMP3_02 Documentación IMP3_03 Documentación IMP3_04
Los docentes, durante las sesiones de tutoría reflexionan mucho y hacen todas las conexiones necesarias pero no las documentan.	DRI (17/11/2015; 23/11/2015; 24/11/2015)
Reflexionan sobre el comportamiento del alumnado durante las sesiones de trabajo, sobre los cambios percibidos en la	

consecución de los aprendizajes, sobre el esfuerzo que supone un planteamiento diferente de las clases.

Como puede verse en las notas del diario y en la documentación producida en la IMP2, resumidas en la Tabla 30, el trabajo de reflexión alrededor de la documentación como herramienta para la adaptación de la acción educativa en contextos de aprendizaje experiencial parece no favorecer la generación de una documentación reflexiva. La necesidad de fomentar el aspecto reflexivo y pedagógico de la documentación sigue vigente.

Es interesante destacar que, durante las sesiones de tutoría, los docentes llevan a cabo procesos reflexivos, ya sea a partir de estímulos proporcionados por la investigadora o de forma autónoma. Reflexionan sobre el comportamiento del alumnado durante las sesiones de trabajo, sobre los cambios percibidos en la consecución de los aprendizajes, sobre el esfuerzo que supone un diferente planteamiento de las clases. No obstante, estas reflexiones no se integran en la documentación.

4.4.2 Evaluación decisión de diseño 10: Responsable de la documentación

Tabla 31

Evidencias de confirmación DD10

Evidencia de confirmación	Fuente
La decisión de introducir una figura específica para las tareas de documentación permite mejorar la coordinación en la recogida de datos (fotos), y los tiempos de entrega de los documentos. No parece mejorar la calidad y la profundidad de la documentación producida.	<u>Documentación IMP3 01</u> <u>Documentación IMP3 02</u> <u>Documentación IMP3 03</u> <u>Documentación IMP3 04</u>
No se lleva a integrar en la documentación diferentes aspectos involucrados en la actividad tal como las habilidades técnicas, las dinámicas de comportamiento del alumnado y alguna reflexión.	
También parece reducir la sensación referida de cansancio, relativa al NP6	Acta Reuniones IMP3 (27/11/2015)
Parece contribuir a generar la percepción que la documentación es parte del trabajo, no algo accesorio. Se toma con más seriedad.	Acta Reuniones IMP3 (02/03/2016)

Como se comprueba en el análisis de la documentación producida por los docentes en la IMP3 y de las reflexiones del equipo de educación y tal y como se resume en la Tabla 31, la decisión de introducir una figura específica para las tareas de documentación parece reducir la sensación referida de cansancio, relativa al NP6.

Además, parece contribuir a generar la percepción de que la documentación es parte del trabajo y no algo accesorio. Se toma con más seriedad.

La documentación conserva las mismas características de la IMP1 y de la IMP2. Se trata de relatos de las actividades llevadas a cabo en las sesiones, escritos con un estilo “infantil” y faltos de elementos reflexivos. No parece haber mejoras en la calidad ni en la profundidad de la documentación producida.

4.5 Núcleos problemáticos y decisiones de diseño Implementación 3 IMP3

4.5.1 Nucleo Problematico 7 (NP7): La documentación no reflexiva

Tabla 32

Eventos relevantes para la identificación del NP7 en la IMP3

Núcleo	Fuente
Documentación no reflexiva, no se integra en la evaluación	<u>Documentación IMP3_01</u> <u>Documentación IMP3_02</u> <u>Documentación IMP3_03</u>
La necesidad de fomentar el aspecto reflexivo y pedagógico de la documentación sigue vigente	<u>Documentación IMP3_04</u> <u>Proyectos IMP3_01</u> <u>Proyectos IMP3_02</u> <u>Memoria Evaluación IMP3</u>

Tal y como resulta del análisis de la documentación producida en la tercera implementación (IMP3), los proyectos y de la memoria de evaluación

referenciadas en la Tabla 32, en la documentación producida por los docentes sigue vigente la necesidad de fomentar el aspecto reflexivo y pedagógico de la documentación.

En la Tabla 33 se resumen los núcleos problemáticos detectados en las 3 implementaciones del entorno de formación en *making* en relación a las decisiones de diseño tomada para su adaptación.

Tabla 33

Resumen de los núcleos problemáticos detectados y de las decisiones de diseño adoptadas

Núcleos problemáticos	Decisiones de diseño
#1 Actitudes tecnofóbicas del profesorado a la hora de empezar a utilizar las herramientas del laboratorio	#1 Introducción de una iniciación intensiva al uso de las herramientas, más centrada en la construcción de habilidades
#2 Dificultad a la hora de idear actividades en las que se puedan integrar el trabajo con los recursos presentados contenidos curriculares.	#2 Incremento de la estructuración del proceso
#3 Dificultad a la hora de activar procesos de indagación sobre cómo implementar actividades de <i>making</i> y fabricación digital en clase	#3 Elaboración de un repositorio de recursos técnicos, proyectos e ideas para la elaboración de proyectos
#4 Sensación de ansiedad para pérdida del control sobre la actividad durante las sesiones con el alumnado	#4 Acompañamiento/escucha individual
#5 Actitudes intervencionistas a la hora de acompañar el proceso creativo del alumnado	#5 Favorecer una actitud observadora a través de la elaboración conjunta de plantillas para la observación
#6: Resistencias del profesorado a la hora de producir documentación de las sesiones	#6 Simplificación de la tarea de documentación de las sesiones
#7: Documentación falta totalmente del componente reflexivo y pedagógico, la conexión con el trabajo de aula.	#7 Lecturas de textos de inspiración pedagógica y la escritura de breves reflexiones sobre los conceptos leídos
#8: Escasa madurez de los proyectos ideados	#8 Dinámicas de reflexión colectiva (<i>studio approach</i>)
#9: Los docentes no utilizan las observaciones recogidas con las plantillas como un instrumento a la hora de adaptar la acción educativa.	#9 Dinámicas reflexivas sobre el tema de documentación/evaluación
#7: La documentación de las sesiones sigue siendo escasa; y falta totalmente el componente reflexivo y pedagógico, la conexión con el trabajo de aula	
#6: Resistencias del profesorado a la hora de producir documentación de las sesiones	#10 Responsable de la documentación
Núcleo 7 se repite	
#7 Documentación no reflexiva, no se integra en la evaluación	
La necesidad de fomentar el aspecto reflexivo y pedagógico de la documentación sigue vigente	

En base al conjunto de decisiones de diseño, en el siguiente apartado se definen los patrones pedagógicos necesarios para la transferencia del entorno a otros contextos y a su representación.

5 Resultado 3: Los principios de diseño

Después de llevar a cabo 3 implementaciones del diseño, se define un conjunto de *principios de diseño* o *patrones pedagógicos* en base a los núcleos problemáticos encontrados, las decisiones de diseño aplicadas y evaluadas y el *Design Principles Database* (DPD) de Kali (2006), que, como hemos explicado anteriormente, es una herramienta *online* para la definición y la difusión de principios de diseño.

A continuación, se reconstruye la identificación de los principios o patrones de diseño. Para cada decisión de diseño adoptada y confirmada o cada conjunto de decisiones de diseño, se buscan principios pragmáticos del DPD que las reflejen y se procede a una formulación más general del principio. Una vez establecido el principio, tal como recomiendan Gros y otros (2016) se elabora una ficha en la que se describe el principio en base a:

- Contexto
- Nucleo problemático
- Decisiones de diseño
- Principios del DPD.

5.1 Principio de diseño 1 (PD1): Establecer pautas generales para la indagación previa al diseño de actividades

El PD1 se extrae a partir de la decisión de diseño 2: Estructuración del proceso de ideación, confirmada por las evidencias resumidas en la Tabla 18 y reflejada en los siguientes principios pragmáticos del DPD:

- *Establish a generalized inquiry process.*

Principio de diseño 1 Establecer las pautas generales para la indagación previa al diseño de actividades.
Contexto En la primera formación docente se enseñan al profesorado las potencialidades de las herramientas del laboratorio poniendo el énfasis en lo que se puede crear con ellas más que sobre su funcionamiento. Se realizan ejercicios prácticos en los que la formadora/investigadora junto con el técnico de laboratorio y el profesorado participante llevan a cabo el proceso de diseño y fabricación de un artefacto. Sucesivamente se pide al profesorado reflexionar sobre el proceso para adaptarlo al trabajo con el alumnado e imaginar actividades o entornos que utilicen las herramientas presentadas para la realización de proyectos.
Núcleos problemáticos A la hora de llevar a cabo la tarea de ideación de actividades se detectan bloqueos y dificultades. El profesorado encuentra muy complicado activar un proceso de indagación finalizado al diseño de actividades que permitan conectar contenidos curriculares y competencias al proceso de diseño presentado. Las dificultades, según lo que comunica el profesorado en las sesiones, parecen debidas a la naturaleza poco definida de la tarea propuesta, a la falta de un punto de inicio y de pautas para el desarrollo de la acción.
Decisiones de diseño Incremento de la estructuración del proceso de ideación de actividades.
Principios DPD Establish a generalized inquiry process.

Figura7: Ficha resumen PD1

5.2 Principio de diseño 2 (PD2): Crear andamiaje para el diseño de experiencias centradas en el alumno

El PD2 se extrae a partir de la decisión de diseño 2: Estructuración del proceso de ideación, confirmada por las evidencias resumidas en la Tabla 18 y reflejada en los siguientes principios pragmáticos del DPD:

- *Scaffold the process of generating explanations.*
- *Communicate the rich diversity of inquiry.*
- *Provide students with templates to help reasoning.*

Principio de diseño 2 Crear andamiaje (proporcionar herramientas) para el diseño de experiencias centradas en el alumno.
Contexto En la primera formación docente se enseñan al profesorado las potencialidades de las herramientas del laboratorio poniendo el énfasis en lo que se puede crear con ellas más que sobre su funcionamiento. Se realizan ejercicios prácticos en los que la formadora/investigadora junto con el técnico de laboratorio y el profesorado participante llevan a cabo el proceso de diseño y fabricación de un artefacto. Sucesivamente se pide al profesorado reflexionar sobre el proceso para adaptarlo al trabajo con el alumnado e imaginar actividades o entornos que utilicen las herramientas presentadas para la realización de proyectos.
Núcleos problemáticos Dificultades a la hora de idear actividades para el alumnado con los recursos presentados. Las actividades diseñadas no aprovechan las potencialidades educativas del proceso de diseño, se centran en el producto final, en el artefacto no en la experiencia que se quiere proporcionar al alumnado.
Decisiones de diseño Incremento de la estructuración del proceso de ideación de actividades. Se invita al profesorado a idear la actividad centrándose en el diseño de la experiencia para alumno y dejando en segundo plano el producto final.
Principios DPD Communicate the rich diversity of inquiry Provide students with templates to help reasoning Scaffold the process of generating explanations

Figura: 8 Ficha resumen PD2

5.3 Principio de diseño 3 (PD3): Generar una experiencia de iniciación basada en un flujo preestablecido de actividades cautivadoras

El PD3 se extrae a partir de la decisión de diseño 1: Potenciamiento de los aspectos de creación en la iniciación intensiva. Este potenciamiento está basado en la creación lúdica y en un grupo de artefactos. Los beneficios de la creación lúdica están confirmados por las evidencias resumidas en la tabla 17 y reflejados en el siguiente principio pragmático del DPD:

- *Create a clear and engaging flow of activities.*

Principio de diseño 3 Generar una experiencia de iniciación basada en un flujo preestablecido de actividades cautivadoras.
Contexto Se invita al profesorado a realizar en primera persona las actividades diseñadas utilizando los programas y la maquinaria con la ayuda de la investigadora/formadora y el técnico de laboratorio. Cada grupo de docentes se concentra en el proceso de diseño y creación de un artefacto, poniéndose en el rol de alumnos.
Núcleos problemáticos Dificultades y resistencias del profesorado a la hora de empezar a utilizar las herramientas del laboratorio y los programas de diseño. Buena parte del profesorado participante comunica que no se siente capaz de empezar a usar las herramientas ni siquiera para ejecutar tareas sencillas.
Decisiones de diseño Introducción de una iniciación intensiva al uso de las herramientas, centrada en la construcción de habilidades y en la adquisición de seguridad en el uso de las herramientas de fabricación digital. Se plantea una actividad de creación lúdica en grupo con herramientas de fabricación digital. La idea de rebajar la presión y las expectativas y generar una experiencia de creación que capacite y empodere.
Principios DPD Create a clear and engaging flow of activities.

Figura: 9 Ficha resumen PD3

5.4 Principio de diseño 4 (PD4): Crear repositorios de proyectos de making educativo

El PD3 se extrae a partir de la decisión de diseño 3: Creación de un repositorio de recursos, confirmada por las evidencias resumidas en la tabla 19 y reflejada en el principio pragmático del DPD:

- *Provide knowledge representation and organization tools.*

Y en el siguiente MetaPrincipio del DPD:

- *Make Contents Accessible.*

Principio de diseño 4 Crear repositorios de recursos inspiracionales de <i>making</i> educativo.
Contexto En las actividades de <i>making</i> , siendo procesos basados en la invención, no siempre hay una trayectoria de aprendizaje establecida, tampoco las herramientas y los conocimientos necesarios están establecidos a priori, sino que se busca a medida que el proyecto va evolucionando. Por esa razón se proponen al profesorado prácticas de indagación vinculadas a la adaptación de actividades de <i>making</i> a su contexto de aula.
Núcleos problemáticos Dificultad a la hora de activar procesos de indagación y aprendizaje autónomo sobre como aplicar técnicas de <i>making</i> y FD en clase.
Decisiones de diseño Elaboración de un repositorio de recursos inspiracionales, herramientas e ideas para la elaboración de proyectos.
Principios DPD Provide knowledge representation and organization tools.

Figura: 10 Ficha resumen PD4

5.5 Principio de diseño 5 (PD5): Proporcionar herramientas para la gestión emocional

El PD5 se extrae a partir de la decisión de diseño 4: Apoyo a la gestión emocional, confirmada por las evidencias resumidas en la tabla 20 y reflejada en el principio pragmático del DPD:

- *Encourage reflection.*

Principio de diseño 5

Proporcionar herramientas para la gestión emocional.

Contexto

Durante la formación en acción cada grupo docente trabaja conjuntamente con el alumnado, la investigadora/formadora y el técnico de laboratorio a la implementación de las actividades diseñadas. El docente facilita la actividad, la investigadora acompaña. La actividad se lleva a cabo en clase, así como en el laboratorio. En una típica actividad de *making* no se sigue la organización de la clase magistral o pautas establecidas iguales para todo el alumnado, sino que se trata fomentar en los grupos la auto organización del trabajo, del espacio, así como de la gestión de los materiales y de las herramientas. Visto desde fuera el entorno puede parecer caótico y ruidoso con el alumnado trabajando en el suelo o moviéndose por el espacio. En este contexto el docente juega un rol de facilitador y observador. Propone la actividad al principio en forma de reto o de problema a solucionar, presenta los recursos disponibles y luego se queda como observador, ofrece ayuda solo si se requiere y estimula el proceso creativo con preguntas o nuevos problemas. Es recomendable que no proporcione soluciones y que intervenga lo menos posible para que el alumnado tenga la posibilidad de llegar a través de un proceso de prueba y error a la elaboración de soluciones y al diseño de artefactos significativos.

Núcleos problemáticos

Muchos docentes manifiestan sensación de ansiedad debida a la pérdida del control sobre la actividad y la gestión de la clase durante las sesiones con el alumnado.

Se dan actitudes intervencionistas a la hora de acompañar el proceso creativo del alumnado, con una marcada tendencia a proporcionar soluciones.

Decisiones de diseño

Se ofrece al docente un acompañamiento/escucha individual, para que pueda gestionar la ansiedad y la urgencia de intervenir en el proceso del alumno.

Principios DPD

Encourage reflection.

Figura: 11 Ficha resumen PD5

5.6 Principio de diseño 6 (PD6): Co-diseñar instrumentos para estructurar la observación de la actividad

El PD6 se extrae a partir de la decisión de diseño 5: Elaboración de plantillas de observación, confirmada por las evidencias resumidas en la Tabla 21 y reflejada en los siguientes principios pragmáticos del DPD:

- *Provide teachers with supports for real-time adaptation.*
- *Provide knowledge representation and organization tools.*
- *Promote productive interactions.*

Principio de diseño Co-diseñar instrumentos para estructurar la observación de la actividad.
Contexto Durante la formación en acción cada grupo docente trabaja conjuntamente con el alumnado, la investigadora/formadora y el técnico de laboratorio a la implementación de las actividades diseñadas. El docente una vez propuesta la actividad en forma de reto o resolución de problema se dedica por un lado a estimular el proceso creativo si requerido y, por el otro a observar el trabajo autónomo del alumnado.
Núcleos problemáticos Debido a las actitudes intervencionistas que se generan en el docente a la hora de acompañar el proceso creativo del alumnado muchas veces se deja de lado la fundamental tarea de la observación de la actividad. El docente en lugar de utilizar los tiempos de trabajo autónomo del alumnado para observar el comportamiento, la gestión de espacio, la adquisición de competencias, las dinámicas grupales de cara a la evaluación en proceso de la actividad tiene la tendencia a intervenir para asegurarse que el proceso llegue a la realización del producto final.
Decisiones de diseño Para favorecer el rol del docente como observador y limitar las intervenciones se propone a los grupos docentes la elaboración conjunta de plantillas para la observación en base a indicadores que sean significativos para sus objetivos. Se quiere a través de la práctica de observación demostrar al docente que la observación es una herramienta útil para ajustar la acción educativa y evaluar los procesos de aprendizaje.

Principios DPD

Provide teachers with supports for real-time adaptation

Provide knowledge representation and organization tools

Promote productive interactions

Figura: 12 Ficha resumen PD6

5.7 Principio de diseño 7 (PD7): Crear andamiaje para la generación de documentación

El PD7 se extrae a partir de las siguientes decisiones de diseño:

- DD6: Simplificación de la tarea de documentación (confirmada por las evidencias resumidas en la Tabla 22).
- DD10: Responsable de la documentación (confirmada por las evidencias resumidas en la Tabla 28).

Las dos decisiones parecen reflejadas por los siguientes principios del DPD:

- *Provide knowledge representation and organization tools.*
- *Scaffold the process of generating explanations.*

Principio de diseño Crear andamiaje para la generación de documentación.
Contexto Para cada sesión de formación, así como para sesión intensiva con el alumnado se pide al profesorado realizar una documentación reflexiva de la actividad.
Núcleos problemáticos Dificultades, incluso rechazo a la hora de producir documentación escrita de las sesiones de trabajo.
Decisiones de diseño Se rebaja la demanda hacia la documentación y se proporciona una plantilla para realizarla de forma rápida. Se introduce una figura que se dedica a coordinar la recogida de material y a organizar la documentación.
Principios DPD Provide knowledge representation and organization tools Scaffold the process of generating explanations.

Figura: 13 Ficha resumen PD7

5.8 Principio de diseño 8 (PD8): Promover procesos reflexivos sobre el enfoque metodológico utilizado

El PD8 se extrae a partir de las siguientes decisiones de diseño:

- DD7: Lecturas de textos reflexivos.
- DD9: Dinámicas reflexivas.

Las decisiones son confirmadas por las evidencias resumidas en las Tablas 23 y 27 y reflejadas por los siguientes principios pragmáticos del DPD:

- *Encourage reflection.*
- *Promote productive interactions.*

Principio de diseño Promover procesos reflexivos colectivos sobre el enfoque metodológico utilizado.
Contexto Para cada sesión de formación, así como para sesión intensiva con el alumnado se pide al profesorado realizar una documentación reflexiva de la actividad.
Núcleos problemáticos La documentación es poco profunda y escasa en reflexión; no se realiza con el fin de compartirla.
Decisiones de diseño Se proponen lecturas de textos de inspiración pedagógica y la escritura de breves reflexiones sobre los conceptos leídos. Se activan grupos de discusión sobre el tema de documentación y generación de conocimiento compartido.
Principios DPD Encourage reflection Promote productive interaction

Figura: 14 Ficha resumen PD8

En la Tabla 34 se resumen los principios de diseño extraídos en relación a las decisiones de diseño tomadas a lo largo del proceso y en relación a los principios del DPD usados para su definición.

Tabla 34

Resumen de los principios de diseño en relación a los principios del DPD y a las decisiones de diseño

Decisión de diseño	Principios DPD	Principio de diseño
2: Una mayor estructuración en la fase de ideación	Establish a generalized inquiry process	PD1: Establecer las pautas generales para la indagación
	Provide students with templates to help reasoning	PD2: Crear andamiaje para el proceso de ideación de actividades centradas en el alumno
	Communicate the rich diversity of inquiry Scaffold the process of generating explanations	
1 Potenciamiento de los aspectos de creación en la Iniciación intensiva	Create a clear and engaging flow of activities	PD3: Generar una experiencia de iniciación basada en un flujo preestablecido de actividades cautivadoras
3: Creación de un repositorio de recursos inspiradores	Provide knowledge representation and organization tools	PD4: Crear repositorios de proyectos inspiradores de <i>making</i> educativo
4: Apoyo a la gestión emocional	Encourage reflection	PD5: Proporcionar herramientas para la gestión emocional
5: Elaboración de plantillas de observación	Provide teachers with supports for real-time adaptation	PD6: Co-diseñar instrumentos para estructurar la observación de la actividad
	Provide knowledge representation and organization tools	
	Promote productive interactions	
6: Simplificación de la tarea de documentación	Provide knowledge representation and organization tools	PD7: Crear andamiaje para la generación de documentación
10: Responsable de la documentación	Scaffold the process of generating explanations	
7: Lecturas de textos reflexivos	Encourage reflection	PD8: Promover procesos reflexivos sobre el enfoque metodológico utilizado
9: Dinámicas reflexivas	Promote productive interactions	

5.9 Resultados del proceso de validación de los principios de diseño a través de la contribución de expertos

Para la validación se adapta el instrumento elaborado por Gros *et al.* (2016) para la validación de patrones de diseño a través de expertos, tal como se ha explicado en el apartado 2.8.6. Las respuestas al formulario se recogen en una hoja de cálculo que se utiliza para calcular los valores de la moda y la media de las puntuaciones obtenidas.

Los resultados del proceso de validación manifiestan un alto grado de consenso de los expertos respecto a las condiciones de cada principio, tal como se muestra en las tablas 35 y 36 con la indicación de la moda y de la media de las puntuaciones asignadas por cada experto a cada principio.

Tabla 35

Moda de las puntuaciones por experto y condición

Moda								
Experto	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
A	5	5	5	5	5	5	5	5
B	4	4	5	5	5	5	5	5
C	5	4	5	5	5	5	5	5
D	4	5	5	5	5	5	4	5
E	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	4	4	5	5	5	5	5	5

Tabla 36

Media de las puntuaciones por experto y condición

Media								
experto/a	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
A	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.8
B	3.6	3.7	4.8	4.6	4.7	5.0	5.0	5.0
C	5.0	4.3	5.0	5.0	4.7	5.0	5.0	5.0
D	4.4	4.8	4.7	4.6	4.7	4.6	4.4	4.8
E	4.1	3.7	3.3	4.0	3.2	4.0	4.0	4.0
Puntuacion media	4.4	4.3	4.6	4.6	4.4	4.7	4.7	4.7

Como indica la Tabla 34, la puntuación media de cada principio es superior a 4,3. Por tanto se consideran los principios validados adecuadamente.

6 Discusión de los resultados y conclusiones EPD

Del análisis de los núcleos problemáticos detectados en las 3 implementaciones del entorno y del conjunto de decisiones de diseño adoptadas, se extraen, además de los principios de diseño, unas primeras conclusiones relativas a las tensiones que aparecen entre el entorno propuesto y las aproximaciones de los participantes a la enseñanza, así como a las dinámicas que parecen suavizar esas tensiones.

Primero se describen los elementos de tensión entre el entorno propuesto y las aproximaciones a la enseñanza de los participantes. Posteriormente se discuten las estrategias adoptadas para superar estas tensiones. Finalmente se tratan los núcleos problemáticos que parecen requerir una comprensión más profunda.

Las tensiones del entorno con la aproximación a la enseñanza de los participantes, tal como hemos visto anteriormente, se manifiestan en las 4 dimensiones de la práctica docente entendida como diseño de aprendizajes:

diseño, facilitación, evaluación y documentación.

6.1 Dimensión del diseño de aprendizajes

Respecto a la dimensión del diseño de aprendizajes, como se observa en los NP2 y NP3, se aprecia que las actividades y los entornos diseñados tienden a enfocarse en la realización de un producto y en la adquisición de los aprendizajes instrumentales necesarios para su realización, sin aprovechar para el diseño las potencialidades aportadas por el proceso.

Asimismo, se aprecia que, en general, los docentes tienden a no tener en cuenta los intereses del alumnado como elementos inspiradores del diseño. También tienden a pensar en actividades no individualizadas, cuyo resultado es un producto preestablecido.

El promover la experiencia de creación a través del *making* junto a la introducción de dinámicas reflexivas y de acompañamiento emocional, parece generar una situación donde, el docente, a parte de superar las actitudes tecnofóbicas, está más dispuesto a reconocer las oportunidades que una visión centrada en el proceso de creación aporta al diseño de aprendizajes.

Además, la vivencia directa de la experiencia de creación le permite apreciar cómo el interés actúa como elemento motivador del aprendizaje en el alumnado, compatiblemente con las conclusiones encontradas por García-Valcárcel y Basilotta (2017) en relación al Aprendizaje Basado en Proyectos (APB).

Respecto a la dimensión del diseño, siempre se aprecia la tensión con el entorno propuesto en relación a la necesidad de activar procesos de indagación y aprendizaje autónomo para la elaboración de propuestas y el diseño de actividades. Como resulta del estudio de los NP2 y NP3, la tendencia es replicar experiencias previas que no impliquen llevar a cabo procesos de indagación.

En este caso, la introducción por una parte de herramientas y estrategias para la elaboración de proyectos, y, por otra, la creación de un repositorio de recursos inspiradores parece motivar al docente a generar entornos originales y adaptados. En este sentido, parece necesario subrayar la importancia que recubre la elección de recursos y herramientas abiertos, inspirativos y no prescriptivos, diseñados con la idea de que la configuración final del recurso se lleve a cabo por parte del usuario.

Este concepto, conocido como *design for tinkability* (Resnick & Rosenbaum, 2013), nace en el ámbito del diseño de la tecnología educativa. Su intención es dar respuesta a las tensiones generadas por la introducción de materiales estructurados en entornos de aprendizaje de enfoque constructorista. En esta línea de pensamiento, los recursos pensados para una única dinámica de uso limitarían las potencialidades creativas de los entornos. Por otra parte, los materiales menos estructurados permitirían al aprendiz configurar su proceso de aprendizaje de forma más libre.

Parece que esta misma lógica se puede aplicar a los materiales de ayuda al docente, evitando recursos que proponen trayectorias de aprendizaje establecidas y no configurables. El repositorio elegido para el entorno, como hemos visto anteriormente, está diseñado con la intención de inspirar la generación de proyectos a través de ejemplos prácticos y presentación de técnicas de *making*. No obstante, su estructura no se conforma según un esquema tipo plan de clase. Con esto se pretende que el docente no lo utilice de forma pasiva y limitándose a proponer la secuencia de actividades al alumnado, sino que lo configure en base al contexto, a sus intenciones y al interés del alumnado.

La importancia de proporcionar recursos diseñados con esta lógica se fundamenta en la aproximación de Papert al rol del docente como creador de las condiciones para que el alumno aprenda a través de la invención. Esta aproximación es adoptada como principio de diseño de los materiales de varios programas de formación docente en *making*, entre ellos, el *Teacher*

Maker Camp organizado por Waag Society³⁴ y las iniciativas de *Agency by Design*³⁵.

Además, de acuerdo con Smith, Iversen, & Hjorth (2015), la adquisición de técnicas y estrategias para la elaboración de proyectos contribuye a generar una comprensión más profunda de la complejidad implicada por un proceso de diseño y la fabricación de un artefacto.

Comprender esta complejidad consustancial al proceso parece facilitar la situación problemática descrita por una docente: “La dificultad para nosotros ha sido que, sí, teníamos claro el proyecto, las actividades, pero no teníamos muy claro lo que estábamos tocando del currículum” (Entrevista a una docente, E10).

Establecer conexiones entre la actividad de creación y los contenidos curriculares, parece ayudar al docente a apreciar el potencial de los entornos de aprendizaje y actividades de creación que surgen del interés del alumno.

Como explica una docente:

Yo creo que el hecho de que la propuesta la decidieron ellos [los alumnos] los hace implicarse, pero nos hace implicarnos a nosotras mucho más porque vamos buscando, entre lo que ellos encuentran, las conexiones con el currículum (Entrevista a una docente, E10).

Como también veremos más adelante, tomar los intereses del alumnado como punto de partida para el diseño de aprendizajes y asumir una posición observadora durante su trabajo autónomo se configura como una dinámica común en la experiencia de varios docentes que han participado en la investigación. Así se recoge en la contribución de una de ellas:

³⁴ *Teacher Maker Camp* - Waag Society. 8 ene... 2015, <https://waag.org/en/project/teacher-maker-camp>. Se consultó el 21 ene... 2018.

³⁵ *About Us | Agency by Design*. <http://agencybydesign.org.s219538.gridserver.com/about/>. Se consultó el 21 ene... 2018.

Ves que los niños pueden aprender haciendo proyectos, por ejemplo, no necesitas libros, necesitar partir... lo que necesitas es motivarlos, encontrar algo de interés y a partir de allí tú puedes crear (Entrevista a una docente, E11).

En este caso en particular el uso de la expresión “de allí tú puedes crear” parece indicar que la docente ha incorporado la idea de diseño de entornos como una actividad creativa, original que se elabora a partir del interés del alumnado y de las intenciones de la docente.

6.2 Dimensión de facilitación

Como resulta del análisis de los NP4 y NP5, en relación a la dimensión de facilitación, las tensiones se manifiestan sobre todo a través de la intervención del docente en cada ámbito del proceso creativo del alumnado, ya sea a través de la imposición de objetivos y contenidos, de la verbalización de juicios y sugerencias o de la imposición de los procedimientos de trabajo.

La introducción de un acompañamiento emocional junto a la reflexión y la generación de dinámicas de observación parece reducir las intervenciones de los docentes en el proceso de creación de los alumnos.

Además, la posibilidad de compartir, durante el módulo de *formación en acción*, la experiencia de dinamización de las actividades con formadores e investigadores parece proporcionar un entorno "seguro" donde el docente puede permitirse experimentar, apartarse, dejar el control de la clase y asumir una actitud observadora.

La adopción de una actitud observadora parece permitir al profesorado, por un lado, superar las urgencias de intervenir; por el otro, apreciar los cambios que el enfoque propuesto favorece en el alumnado, tal como explica uno de los docentes:

Al principio es un poco difícil porque no estamos acostumbrados a que trabajen así, pero luego te das cuenta de que ellos trabajan

mucho mejor [...] al principio no sabes si va a funcionar, sí, no sabes lo que va a ocurrir, pues al final se te quita la incertidumbre y ves que funciona, vamos, que el alumnado aprende cosas (Entrevista a un docente, E08).

Asimismo, se percibe la utilidad de la observación durante las actividades de creación “para descubrir potencialidades de algún alumno que no descubrirás en una clase normal” (Entrevista a una docente, E10).

No obstante, analizando el NP9 se percibe que las observaciones que los profesores recogen con las plantillas no son utilizadas por estos docentes como un instrumento a la hora de evaluar la acción educativa. Tampoco integran las observaciones en la documentación que elaboran.

Esta condición, que podríamos describir como una dificultad para construir conocimiento a partir de la observación, evaluación y documentación de las actividades, es, sin lugar a duda, el aspecto más problemático que emerge del análisis del proceso de diseño e implementación del entorno de formación en *making* educativo.

6.3 Dimensiones de evaluación y documentación

En relación a las dimensiones de la evaluación y la documentación, tal como resulta del análisis de los NP6 y NP7, y de las DD6, DD7, DD9 y DD10, las tensiones se manifiestan a través de las resistencias a la hora de producir documentación. Igualmente se manifiestan con la producción de documentación superficial, no reflexiva y desvinculada de su utilidad respecto a los procesos de evaluación.

Tal como se extrae de la recurrencia de los NP6 y NP7, las soluciones aportadas parecen contribuir sólo en parte a la suavización de esas resistencias. No se logra incidir de forma significativa en la concepción negativa de la documentación como "papeleo inútil" o en su integración como conocimiento pedagógico útil.

De forma similar, respecto a la dimensión de la evaluación se aprecia una concepción de la misma limitada a la valoración final de los resultados del aprendizaje del alumno y a su calificación. No se percibe como una herramienta del docente para la evaluación continua de los procesos y de las actividades diseñadas.

Como se ha visto anteriormente, las decisiones adoptadas en este sentido introducen en el diseño del entorno de formación dinámicas de reflexión que permiten apreciar los beneficios de producir una documentación reflexiva a partir de la observación y de la evaluación formativa de los procesos de creación. Contrariamente a lo ocurrido en las dimensiones de diseño y facilitación respecto a trabajar a partir de los intereses del alumnado, en el caso de la documentación y de la evaluación no se ha logrado que los docentes percibieran la función y la utilidad de generar documentaciones reflexivas; no se ha logrado demostrar que “funciona”.

De hecho, como se extrae de la evaluación de la DD9, se destaca que, durante las sesiones de tutoría, los docentes llevan a cabo procesos reflexivos de forma autónoma o inducida sobre el comportamiento del alumnado durante las sesiones de trabajo, sobre los cambios percibidos en la consecución de los aprendizajes y sobre el esfuerzo que supone un planteamiento diferente de las clases. Sin embargo, estas reflexiones ni se escriben ni se comparten.

Tercera parte

Resultados del Estudio del crecimiento profesional de los docentes

Con el Estudio del crecimiento profesional de los docentes (ECP) se quiere:

- Comprender el cambio/desarrollo profesional percibido por los docentes participantes en el proceso de diseño.
- Contribuir a dar respuesta a las preguntas generales de la presente investigación:
 - ¿Cómo se forma el docente en el diseño de entornos de aprendizaje?
 - ¿Qué acciones formativas fomentan en el docente el desarrollo de un estilo de enseñanza basado en el diseño de aprendizajes y en la facilitación?
 - ¿Cómo se construye y fortalece en el profesorado la competencia de facilitador de experiencias creativas a través del diseño y creación de artefactos?

Se analiza el crecimiento profesional de una parte de los docentes con el fin de comprender las implicaciones de su participación en el proceso de diseño e implementación del entorno de formación en *making* educativo en relación a su desarrollo como facilitadores de aprendizajes experienciales en contextos enriquecidos por herramientas de tecnología creativa.

En la línea de Clarke & Hollingsworth (2002) en el estudio se entiende el crecimiento/desarrollo profesional del docente como el proceso de construcción activa de diferentes tipologías de conocimiento (pedagógico, de contenido e instrumental) así como proceso de generación de cambios en el sistema de creencias del docente a raíz de su participación en el diseño del entorno de formación en *making* educativo.

El estudio de caso (Stake, 1995) de naturaleza interpretativa, busca comprender la naturaleza de los procesos que llevan al docente a la incorporación del enfoque propuesto a su práctica de enseñanza y responder a las siguientes preguntas específicas:

- ¿Cómo se desarrolla el proceso de crecimiento o desarrollo profesional percibido por el docente?
- ¿Qué elementos motivan al docente a incorporar el enfoque propuesto por el entorno de formación en *making* educativo?
- ¿Qué elementos bloquean o dificultan la incorporación del enfoque propuesto?

Como se ha especificado en el apartado 2.9.2, los datos, se analizan en base a las siguientes dimensiones temáticas:

Bloqueos y dificultades

Los bloqueos, las dificultades percibidas por el docente se analizan en base a los ámbitos de la práctica docente en la que aparecen y a los procesos de reflexión y puesta en acción que permiten superarlos.

Dimensión del desarrollo

El desarrollo del proceso de cambio se analiza, compatiblemente con el modelo IMPG de Clarke & Hollingsworth (2002), como un camino que conecta dos o más ámbitos de la práctica docente a través de los procesos de reflexión y puesta en acción en base la interacción que mantiene con la experiencia previa del docente y el tiempo en el que el cambio se genera.

Activador del desarrollo profesional (motivación)

El elemento activador del desarrollo percibido se analiza a partir del ámbito de la práctica en el que ocurre y de los procesos de reflexión y puesta en acción.

A continuación, en primer lugar, para cada unidad de análisis, es decir para cada docente, se contextualiza su participación en el proceso de diseño e implementación del entorno de formación en *making* educativo y se justifica su inclusión en base al interés de su experiencia para dar respuesta a las preguntas específicas de investigación.

En segundo lugar se proporciona una descripción del proceso de desarrollo percibido, de los bloqueos detectados así como de los elementos

motivadores que permiten superarlos, para entender la tipología y la profundidad del crecimiento o desarrollo percibido según el IMPG de Clarke y Hollingsworth (2002). Se distingue entre *secuencias de cambio (change sequences)* y *redes de crecimiento (growth networks)*.

Las secuencias de cambio consisten en la conexión de dos o más ámbitos a través de la puesta en acción y de la reflexión. Un ejemplo podría ser una situación en la que los docentes activan un proceso de discusión y experimentación en base a estímulos recibidos en una experiencia formativa.

Las *redes de crecimiento (growth networks)* representan cambios más profundos que se dan en el largo plazo y se refieren a los ámbitos: personal, y de las prácticas y consecuencias.

Finalmente se comparan transversalmente las 4 unidades respecto a las dimensiones temáticas elegidas.

Sucesivamente se procede a explorar diferencias y similitudes entre los procesos de cambio para lograr una comprensión más profunda de los elementos que los docentes consideran relevantes respecto al desarrollo percibido.

7 Resultados del estudio del crecimiento profesional (ECP)

7.1 Bea: el descubrimiento del aprendizaje cooperativo

7.1.1 Contexto

Bea es tutora de 5º de primaria y profesora de inglés. Es una joven mujer, silenciosa, atenta, observadora que desprende tranquilidad y confianza. Parece mostrar desde el principio interés hacia el enfoque propuesto, aunque no suele expresar opiniones o juicios al respecto.

Al ser interina participa en dos implementaciones del entorno de formación en *making*, (IMP1; IMP2) con dos colegios diferentes. Se trata de dos colegios de Mieres, en la cuenca minera asturiana, con condiciones socioeconómicas muy similares. Ambos recogen un alumnado en la mayoría de los casos afectado por la crisis del sector minero, es decir familias en situación económica muy precaria, con padres jóvenes, generalmente desempleados que muy a menudo dependen de la pensión de abuelos y abuelas para sobrevivir. A las precarias situaciones económicas se suman, en unos casos, los efectos de conductas derivadas del abuso de drogas. En general el alumnado de los dos centros sufre por la falta sistemática de estímulos culturales y de la imposibilidad de acceder a recursos educativos y herramientas tecnológicas.

A pesar de las características comunes, los dos colegios trabajan y se organizan de forma muy distinta. En el primer caso, el CP La Pereda, se trata de un centro que apuesta por una forma de trabajo activa, donde los alumnos de diferentes edades participan en proyectos interdisciplinares. En el segundo, el CP Clarín, se trata de un colegio que apuesta por una organización más tradicional, instructiva, estructurada por disciplinas y centrada en el docente.

La contribución de Bea al estudio, gracias a su participación en dos implementaciones del entorno y a la puesta en marcha de lo aprendido con dos centros escolares tan diferentes desde el punto de vista de la metodología, nos permite explorar cómo el enfoque propuesto interactúa con la cultura de trabajo presente en el centro.

Durante la fase de iniciación, de la IMP1, Bea, al no tener conocimientos tecnológicos muy desarrollados, dedica tiempo y energía para familiarizarse con las herramientas del laboratorio y los programas. Sigue con atención y curiosidad y actúa de forma sinérgica con la formadora/investigadora y los técnicos.

Durante las actividades propuestas, siempre está acompañando y observando como trabajan sus alumnas y alumnos, escucha con atención todas las contribuciones y trata de estimularlos con cariño para que puedan llegar a la formulación de sus ideas o soluciones.

7.1.2 Secuencia del crecimiento profesional percibido por Bea

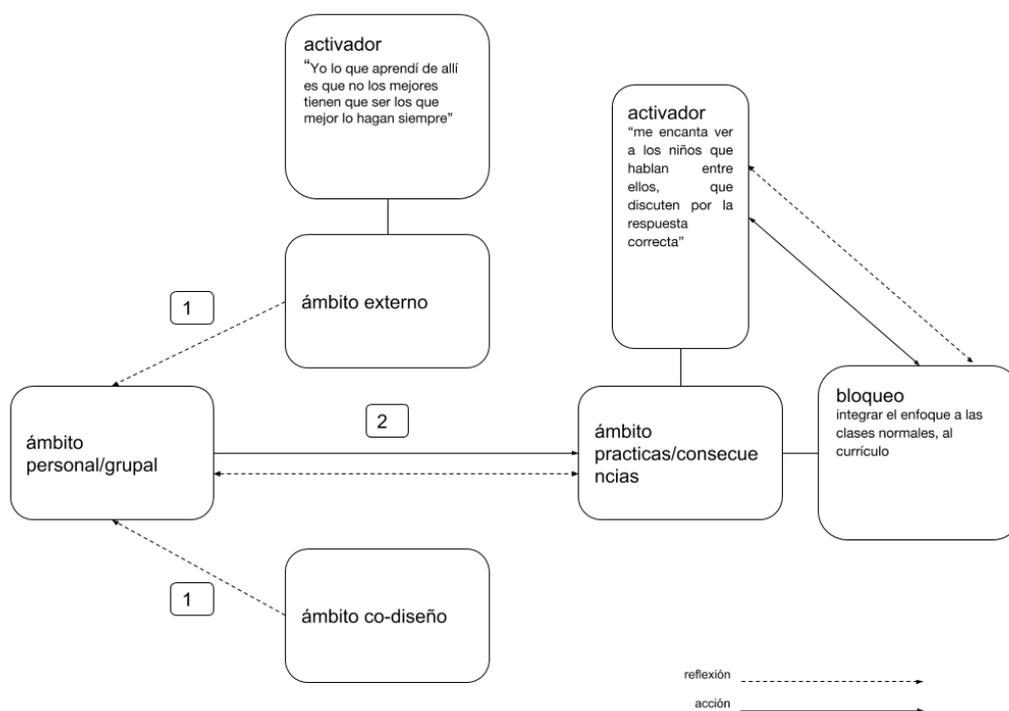


Figura: 15 Secuencia del crecimiento profesional percibido por Bea

El crecimiento percibido por Bea se desarrolla durante la primera implementación en 2 etapas, tal como resulta de la Figura 15. El cambio se activa de manera contemporánea en los ámbitos externo y de co-diseño y actúa en el ámbito personal modificando el sistema de conocimientos y creencias de la docente a través de la reflexión sobre lo experimentado en el proceso de diseño e implementación del entorno de formación en *making*.

El proceso de cambio percibido por Bea se desarrolla a través de 2 secuencias. La primera desde los ámbitos externo y de co-diseño hacia al ámbito personal, la segunda desde el ámbito personal hacia al ámbito de las prácticas y consecuencias donde da lugar a un intercambio bilateral entre estos dos últimos ámbitos. La primera secuencia es de carácter reflexivo, la segunda tiene un componente reflexivo y de puesta en acción.

El crecimiento percibido por Bea en el largo plazo coincide con la tipología de *red de crecimiento*, o sea, resulta en un cambio profundo que afecta el sistema de creencias y conocimientos en una dinámica de retroalimentación reflexiva con el ámbito de su propia práctica profesional. En el ámbito de las prácticas, Bea construye estrategias que le permiten superar los bloqueos que encuentra a la hora de integrar el enfoque y así vuelve a alimentar de forma cíclica su sistema de creencias en base a lo experimentado en la práctica.

7.1.3 La motivación de Bea

El crecimiento, el aprendizaje que la docente destaca e identifica como elemento motivador a adoptar el enfoque propuesto, ocurre durante su participación en el módulo de formación en acción donde, gracias a la observación, descubre que la adopción de la forma de trabajo propuesta favorece al alumnado más problemático, contribuyendo a mejorar la percepción que los compañeros tienen de ellos.

Yo lo que aprendí de allí es que no los mejores tienen que ser los que mejor lo hagan siempre. Es decir, que nenos que a lo mejor no

tienen, no son brillantes en clase, allí [en fabLAB] tenían la oportunidad de brillar de otra manera, y niños que los veían como inferiores podían ver como se sorprendían de que ellos no eran capaces de hacer algo, pero los compañeros sí eran (Entrevista a Bea, E16).

Siempre durante el módulo de *formación en acción* Bea sitúa otro aprendizaje, esta vez en el ámbito del co-diseño. Es a través de las dinámicas colaborativas entre alumnado, docentes, facilitadores e investigadora que Bea experimenta la colaboración entre personas con diferentes niveles de experiencia, competencia y madurez a la hora de idear, planear y llevar a cabo un proyecto común, en sus palabras: “descubrí la forma de trabajar de forma cooperativa y me encantó” (Entrevista a Bea, E16).

Las reflexiones de Bea respecto a la experiencia vivida en el proceso de diseño del entorno parecen indicar que la vivencia de la formación en acción, donde como se ha dicho anteriormente, alumnado, profesorado, formadora/investigadora y técnicos trabajan conjuntamente, actúa sobre el sistema de creencias y conocimientos de la docente, proporcionando un ejemplo real de una dinámica de co-creación que la lleva a redefinir y analizar de forma crítica la percepción general del docente como experto y principal detentor del conocimiento necesario al desarrollo de la actividad.

Porque no tenemos porqué ser expertos en todo, entonces si tenemos la ayuda de alguien que sabe más en una cosa.... es como la base del cooperativo (Entrevista a Bea, E16).

Asimismo, gracias a la reflexión Bea identifica también su valor pedagógico y lo incorpora como estrategia para la integración del cambio metodológico al trabajo con el alumnado.

Es un poco llevar esa base a la enseñanza de los niños, es como hacer ejemplo, ¿no? Lo que queremos que ellos hagan, también lo hacemos nosotros, el ponernos nosotros de acuerdo, cada

experto en su cosa y transmitirlo así a los niños como un ejemplo para ellos (Entrevista a Bea, E,16).

El cambio operado en el sistema de creencias se formaliza a través de los procesos de reflexión y puesta en acción en el ámbito de las prácticas y consecuencias, donde la docente, al llevar a la práctica lo aprendido, encuentra dificultades, tensiones y bloqueos, así como elementos que la motivan a reflexionar y a seguir actuando de acuerdo con el enfoque propuesto.

Entonces a partir de este momento, la empecé a utilizar siempre con más o menos alegrías porque los padres tampoco están preparados para esto, somos como los innovadores, los que... A los padres les gusta más lo tradicional, entonces es un poco difícil a veces de hacerles ver, que es bueno para ellos (Entrevista a Bea, E16).

7.1.4 La dificultad percibida por Bea

Los bloqueos o dificultades percibidos por Bea respecto al enfoque propuesto se dan en el momento de la integración de lo aprendido en el trabajo de aula. En primer lugar, encuentra la dificultad descrita en el fragmento anterior de tener que resolver las tensiones que se generan entre el enfoque propuesto y las expectativas de los padres respecto a las dinámicas de enseñanza/aprendizaje. La dificultad está en “hacerles ver, que es bueno para ellos”, es decir, en comunicar, sin una vivencia directa de la forma de trabajo propuesta, los beneficios que comporta.

En segundo lugar, detecta como su “mayor dificultad el integrarlo a las clases normales, al currículo que hay que seguir por parte de la ley” (Entrevista a Bea, E16).

En este caso nos ofrece una reflexión que madura durante dos implementaciones del entorno y en la que compara la integración del enfoque propuesto en dos contextos diferentes.

En el colegio de la Pereda fue más fácil porque, debido a la metodología que seguía este colegio, de proyectos y todo eso, fue más fácil integrarlo, pero en el Jeron Clarin, me resultaba bastante difícil porque teníamos que seguir el libro, unidad uno, unidad dos, unidad tres, y a ver cuando tengo una sesión donde pueda meter lo que tenemos que trabajar para fabLab³⁶ y eso fue casi lo peor, el integrarlo, buscar el momento para poder relacionarlo con las asignaturas, fue más difícil (Entrevista a Bea, E16).

La integración de la forma de trabajo propuesta por el entorno se ve influenciada por la cultura de trabajo dominante en el centro escolar. La reflexión de Bea presenta una tensión típica entre la organización de tiempos y enseñanzas y la posibilidad de integrar metodologías basadas en la realización de proyectos interdisciplinarios y actividades de co-creación.

Finalmente detecta la dificultad que encuentra reiterativamente a la hora de adoptar un estilo de facilitación colaborativo y no directivo en las dinámicas de aula.

A veces me da miedo porque es como que los niños piensan que toman ellos el control y como que el profesor pierde un poco la pauta que él tenía, pero la respuesta a eso es entrenamiento, entrenamiento, entrenamiento y a fuerza de entrenarlos se van a dar cuenta que el profesor está allí, como un recurso, que, pero ellos también pueden llevar la clase (Entrevista a Bea, E16).

Bea en esta situación vive el miedo a perder el control del aula, coincidente con el núcleo problemático NP4, pero en su caso, gracias a la reflexión, la dificultad encontrada parece entrar en una dinámica de retroalimentación con estrategias para superarla.

³⁶ Los docentes usan de forma intercambiable “fabLAB y auLAB para referirse a

En sus reflexiones Bea identifica la necesidad de trabajar el enfoque de forma continuada, como “un tira y afloja” y la vincula a las dificultades debidas a su situación de interina.

Lo bueno de eso es poder tener continuidad en un colegio, que en mi caso no siempre es lo que hay, entonces si tienes que empezar cada año con lo mismo desde el principio, pues no ves la continuidad. Pero, una vez que hay continuidad, a base de trabajo se puede conseguir (Entrevista, E16).

Asimismo, conjuntamente con las posibles estrategias para superar la dificultad, vuelve a aparecer en sus palabras el elemento motivador, el “me encanta ver a los niños que hablan entre ellos, que discuten por la respuesta correcta”. La sensación de placer, de bienestar respecto al comportamiento del alumnado durante las actividades de co-creación que aparece como activador de la secuencia de cambio de B. durante la formación en acción, parece actuar también como motivación para superar las dificultades relativas a la integración del enfoque propuesto.

7.2 Macu: “el revulsivo total”

7.2.1 Contexto

Macu es directora de uno de los centros con el cual Bea participa en la primera implementación, y también tutora de primaria. Como hemos dicho anteriormente el contexto socio cultural del alumnado es problemático, a veces conflictivo y sobre todo afectado por una privación crónica de estímulos culturales, así como de recursos económicos.

Macu es una mujer en sus 50, enérgica, alegre, curiosa, que en sus palabras “nunca” fue “una maestra al uso tradicional” (Entrevista a Macu, E17), siempre a la búsqueda de inspiraciones interesantes para su alumnado que trata estimular y motivar continuamente, en el intento de compensar las lagunas del contexto.

“Los alumnos de este cole, son muy carentes, porque no tienen ningún tipo de motivación ni de estimulación desde pequeños en casa, ni nada” (Entrevista a Macu, E17), es la preocupación que M. comparte muy a menudo con la formadora/investigadora y con los demás participantes. Las problemáticas relativas al contexto parecen motivarla a experimentar nuevos entornos y enfoques, haciendo de ella una participante particularmente receptiva al enfoque propuesto.

Su caso es interesante por varias razones, en primer lugar, por su participación en diferentes etapas de implementación del entorno. Macu participa en 2 implementaciones del entorno de formación en *making educativo* (IMP1 y IMP2) y, en otra experiencia similar, el proyecto Erasmus+ *Fablab Schools EU -Towards Digital Smart, Entrepreneurial and Innovative People* que se desarrolla a partir de la experiencia del programa auLAB y en base a los resultados preliminares de la presente investigación. Macu con la participación en este segundo proyecto tiene la posibilidad de experimentar lo aprendido durante su participación en el proceso de diseño del entorno de formación en *making* con mayor autonomía y sin el apoyo constante de la formadora/investigadora.

Otro aspecto que hace el caso interesante es la tipología del centro escolar al que pertenece y la compatibilidad de la cultura de trabajo del colegio con el enfoque propuesto. Finalmente, por su rol de directora. Macu, de todo el profesorado participante es la única directora que participa activamente en el diseño del entorno de formación, mientras que los demás directores delegan al profesorado. A raíz de su participación en el diseño del entorno decide implementar el enfoque propuesto a escala de centro escolar.

7.2.2 La secuencia del crecimiento de Macu

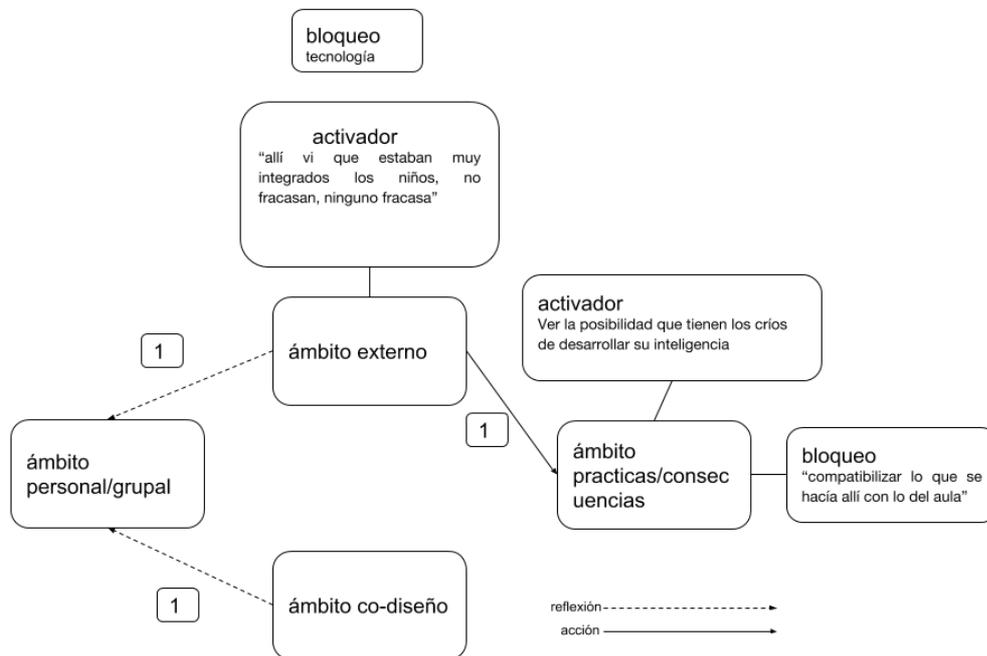


Figura: 16 Secuencia del crecimiento profesional percibido por Macu

El desarrollo del crecimiento profesional percibido por Macu consta de una secuencia que conecta los ámbitos externos, de co-diseño y de las prácticas y consecuencias. La conexión entre los tres ámbitos es simultánea. En el caso del ámbito personal el cambio se opera a través de la reflexión, en el caso del ámbito de las prácticas el cambio se da gracias a la puesta en acción casi inmediata de lo aprendido en la formación. Se trata de una *secuencia de cambio*. La cercanía y la compatibilidad de Macu con el enfoque propuesto genera una situación en la que el estímulo proporcionado actúa como *trigger*, como “gatillo” que dispara la secuencia de crecimiento.

Bueno, cuando nosotros fuimos al auLAB³⁷ por primera vez ya en el cole estábamos innovando metodológicamente. Aquí siempre hubo bastante inquietud por la casuística del centro, tenemos muy poco alumnado, un alumnado muy específico, con

³⁷ Los docentes utilizan de forma intercambiable fabLAB y auLAB para referirse al entorno de formación en *making* educativo

unas carencias socioculturales grandes, muy poco profesorado con lo cual era muy fácil coordinarse. Entonces ya estábamos un poco en la línea de cambios metodológicos, esto fue como el revulsivo total, fue decir: vale, ¡¡vimos la luz!! Vamos por aquí porque es lo que queremos, sí que nos gusta este estilo de enseñanza y, sí que nos gusta que esto quede implementado con lo que hacemos en el aula, y así fue. De hecho, este curso montamos nuestro propio fablab en el colegio y está integrado porque lo que se hace allí forma parte del proyecto que se está desarrollando a todos los niveles (Entrevista a Macu, E17).

La secuencia del crecimiento percibido por Macu, tal como se ilustra en la figura xx, se activa de forma contemporánea en el ámbito externo y en el ámbito del co-diseño hacia el ámbito de las prácticas y al ámbito personal/grupal, integrándose en el sistema de creencias y conocimientos de la docente, como hemos visto anteriormente, ya compatible con el enfoque propuesto. La formación, explica:

nos hizo, por una parte, descubrir algo que no conocíamos dentro del ámbito de la pedagogía y que podíamos sumar muy bien a la metodología que se usaba en el centro y, por otra, porque nos hizo reflexionar sobre aspectos como, no darle todo tan hecho al alumnado, ponerles situaciones de problemas que tengan que resolver por sí mismo, cosas que en el aula hacíamos pero no hasta a este nivel. Eh... no les dejábamos tanta libertad de actuación, entonces nos hizo cambiar mucho la metodología y el enfoque que luego dimos a las aulas (Entrevista a Macu, E17).

7.2.3 La motivación de Macu

Macu sitúa el elemento activador del proceso en el ámbito externo, en concreto en la formación en acción, donde pudo observar el alumnado trabajar según el enfoque propuesto.

Pues yo allí vi que estaban muy integrados los niños, no fracasan, ninguno fracasa, pueden brillar más en un aspecto que en otro o necesitar más ayuda en otro, pero se complementan muy bien entre todos, allí el trabajo cooperativo es importantísimo y ellos mismos lo ven (Entrevista a Macu, E17).

Del ámbito externo, gracias a la puesta en acción, la secuencia de cambio se mueve hacia el ámbito de las prácticas.

El elemento activador, ya presente en el ámbito externo, se propone de nuevo en el ámbito de las prácticas y consecuencias a un nivel más profundo de reflexión sobre la efectividad del enfoque propuesto.

Ver la posibilidad que tienen los críos de desarrollar su inteligencia, cada uno a su medida, cada uno a su nivel, cada uno desarrolla el que se le da bien. Si se le da bien el diseño, hace la parte de diseño, pero a su vez aprende del que sabe manejar mejores problemas de fabricación o de medidas o de matemáticas, que tenga que hacer sus cálculos, entonces se complementan muy bien y permite que todos puedan a su vez desarrollar la inteligencia que mejor se les da, aquello que tienen mejor desarrollado (Entrevista a Macu, E17).

7.2.4 La dificultad de Macu

Macu en su secuencia de crecimiento identifica bloqueos en los ámbitos: externo y de las prácticas y consecuencias.

Lo primero que para nosotros era un mundo totalmente nuevo en cuanto a tecnología, cuanto a programas y software y que los profes tuvimos que formarnos también y que la formación que recibimos, pensamos que fue escasa (Entrevista a Macu, E17).

El bloqueo descrito coincide con las actitudes tecnofóbicas resumidas en el núcleo problemático 1 (NP1), analizado en el Estudio del Proceso de Diseño

(EPD), y se refiere a la primera implementación del entorno en la que todavía no se había introducido una iniciación intensiva más enfocada a la creación con las herramientas propuestas.

El bloqueo que se genera en el ámbito de las prácticas y consecuencias se refiere a la dificultad a la hora de “compatibilizar lo que se hacía allí con lo del aula” (Entrevista a Macu, E17), o sea a la integración del enfoque al trabajo de aula. Macu reflexiona sobre las razones de las dificultades llegando a la conclusión que:

En un principio aún no se había cambiado la estructura de aula, luego sí. Nosotros ya en el cole a partir de aquella experiencia cambiamos la forma de plantearlo, la forma de trabajar los proyectos y ya estaba como incluido, pero el primer año fue un poco un añadido, un añadido que había que separar, no estaba globalizado con lo que estábamos haciendo (Entrevista a Macu, E17).

La flexibilidad organizativa debida a la tipología del centro, la compatibilidad entre la forma de trabajo y el rol directivo de Macu parecen generar las condiciones para la integración del enfoque propuesto con el trabajo global del centro.

Para Macu la participación en el diseño del entorno es un “revulsivo” un activador que produce una reacción profunda y rápida gracias al trabajo conjunto con la formadora/investigadora y el alumnado.

Lo que más valora de la experiencia es la multidimensionalidad, la complejidad del enfoque propuesto, así como la posibilidad de “ver de una manera rápida y concisa”, en directo, los beneficios de adoptar un estilo de facilitación no directivo.

La experiencia para Macu “sirvió para esto, para ver la luz, y decir, vale porque hay caminos mejores que seguir y mejores maneras para que los críos

desarrollen mejor sus capacidades y estén motivados y sobre todo desarrollen el ingenio” (Entrevista a Macu, E17).

7.3 Cristina: la importancia de la creatividad

Cristina es profesora de inglés en un IES de una zona rural de Asturias y participa en la tercera implementación (IMP3) del entorno de formación con un grupo de diversificación curricular de 4º de la ESO. Dos años después participa, como Macu, en el proyecto Erasmus+ *Fablab Schools EU -Towards Digital Smart, Entrepreneurial and Innovative People-* desarrollado a partir de la experiencia del programa auLAB.

Cristina en su primera experiencia acompaña un alumnado caracterizado por tener baja autoestima y unos niveles académicos muy bajos especialmente con relación al uso de la lengua, pero con unas evidentes y profundas habilidades prácticas, en el ámbito de la creación de artefactos.

El nivel de competencia digital también destaca por ser inferior a la media de los jóvenes de la misma edad, incluso en el uso de los teléfonos móviles. Se trata de jóvenes que en la mayoría de los casos proceden de familias de ganaderos y que diariamente compaginan el trabajo de cuidado del ganado o de los cultivos con las obligaciones escolares.

Cristina llega a auLAB con una actitud abierta y colaborativa, pero con muchas dudas respecto a la efectividad de las actividades propuestas y una cierta preocupación debida al tipo de alumnado que acompaña.

Además, al ser profesora de inglés y al interpretar el fabLAB como un contexto meramente científico-tecnológico, inicialmente se comporta como una observadora un poco distante y no se involucra en las actividades de creación.

Su caso es interesante, en primer lugar, porque, como Macu, tiene la posibilidad de participar en una implementación del entorno y en otra experiencia donde puede poner en práctica lo aprendido.

En segundo lugar, el interés de su caso está justo en la postura de observadora que toma desde el principio y que le permite generar procesos reflexivos así como analizar las situaciones de aprendizaje tanto propio como de sus alumnos durante el módulo de *formación en acción*.

7.3.1 La secuencia del crecimiento profesional de Cristina

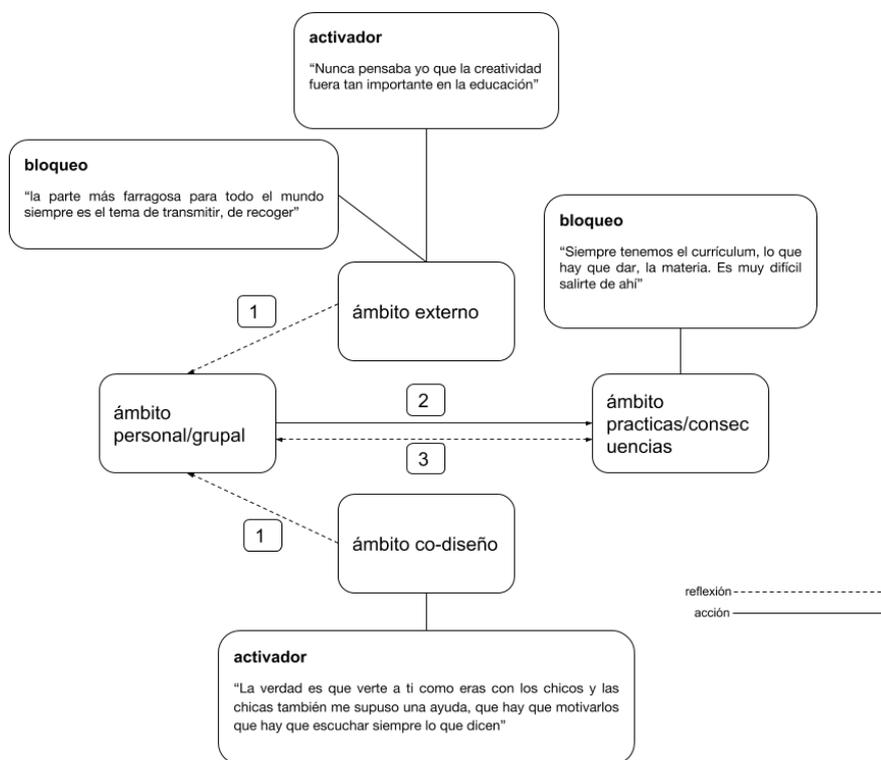


Figura: 17 Secuencia del crecimiento profesional percibido por Cristina

El crecimiento percibido por Cristina se activa contemporáneamente en los ámbitos externo y de co-diseño y actúa a través de la reflexión sobre el ámbito personal especialmente en el sistema de creencias sobre la enseñanza. La secuencia se mueve entonces hacia al ámbito de las prácticas y consecuencias a través de la puesta en acción. A raíz de la puesta en práctica de lo aprendido se genera otro proceso reflexivo que conecta, en

doble sentido, el ámbito de las prácticas y consecuencias con el ámbito personal.

El desarrollo del crecimiento profesional de Cristina se articula a través de 4 secuencias. Las primeras dos se activan simultáneamente desde los ámbitos externo y de co-diseño al ámbito personal desde donde se genera una conexión a través de la puesta en acción con el ámbito de las prácticas. A raíz de la puesta en práctica se genera, durante la segunda experiencia, una dinámica reflexiva que conecta de forma estable el ámbito de la práctica con el sistema de creencias de la docente. Se trata de una *red de crecimiento* caracterizada por la prevalencia de procesos reflexivos más que de puesta en acción.

7.3.2 La motivación de Cristina

En sus palabras:

A mí aulab me supuso sobre todo una sorpresa porque para mí era completamente nuevo, era una manera de ver que fuera de las aulas se podía.... fuera del contexto normal del aula, el alumnado puede aprender y desarrollarse de una manera que en el aula es imposible que lo haga. Nunca pensaba yo que la creatividad fuera tan importante en la educación (Entrevista a Cristina, E07).

La “sorpresa” que el enfoque propuesto genera en Cristina se acompaña, como hemos visto en los casos de Macu y Bea de otro elemento motivador, el “ver” un cambio en el comportamiento del alumnado.

Vi como el alumnado estaba contento trabajando, y sobre todo un alumnado como el nuestro, qué es un alumnado de diversificación con una autoestima no muy alta, casi nula (Entrevista a Cristina, E07).

Desde el ámbito del co-diseño, en particular, respecto a las dinámicas de colaboración entre el alumnado y la investigadora/formadora, Cristina percibe otro cambio en sus sistemas de creencias, esta vez en relación a la dinamización y a la toma conjunta de decisiones.

La verdad es que verte a ti como eras con los chicos y las chicas también me supuso una ayuda, que hay que motivarlos que hay que escuchar siempre lo que dicen, que a veces funcionan mejor las cosas si se negocia, es una cosa que yo había... o no había desarrollado mucho o que había perdido (Entrevista a Cristina, E07).

Una vez más destaca como elemento facilitador del crecimiento la posibilidad de “ver”, como, un determinado elemento del enfoque propuesto interactúa con el comportamiento del alumnado.

Al intentar aplicar en el trabajo de aula lo aprendido Cristina se da cuenta de las dimensiones del cambio que quiere operar y de los retos que eso supone.

Me doy cuenta de que hay que trabajar mucho como profesora, o sea, me doy cuenta que esto implica un cambio grande, no es así de fácil los saco del aula y qué divertido..., es que supone un reto para los docentes también, es que tengo que cambiar muchas cosas y tengo que trabajar mucho también en un terreno en el que no estoy acostumbrada. Comprendo que haya docentes que les da miedo el cambio también (Entrevista a Cristina, E7).

Estas reflexiones, maduradas en el ámbito de las prácticas y consecuencias, entran en una dinámica de retroalimentación con el ámbito personal que permite a Cristina analizar la situación a lo largo del tiempo, comparando las condiciones de su participación inicial con la experiencia del Erasmus+.

Yo en su momento veía que estaban trabajando ahí con vosotros, que se lo estaban pasando muy bien, y que les estaba

gustando mucho, pero esto ahora lo veo a nivel de centro, a nivel de incluir en el currículum (Entrevista a Cristina, E7).

La posibilidad de volver a implementar lo aprendido parecen permitir a Cristina “ver” las potencialidades del enfoque propuesto a una escala más amplia, es decir, desde la dimensión de actividad motivadora y placentera a enfoque metodológico global, parte integrante de la oferta curricular.

7.3.3 La dificultad de Cristina

Cristina percibe en su proceso de cambio dos bloqueos uno en el ámbito externo y otro en el ámbito de las prácticas y consecuencias.

En el ámbito externo, en concreto durante la primera implementación del entorno de formación, Cristina encuentra un bloqueo relativo a las demandas de documentación. El bloqueo coincide con los núcleos problemáticos NP6 y NP7. Refiriéndose a la documentación de las actividades explica:

yo creo que la parte más farragosa para todo el mundo siempre es el tema de transmitir, de recoger es lo que más. Es que a los docentes todo lo que nos implique tiempo, nos cuesta trabajo porque, bueno, es la situación que tenemos siempre, todo lo que implique papeles, poner negro sobre blanco, lo haríamos, pero siempre tenemos falta de tiempo. Para este tipo de proyecto [Erasmus+] si lo queremos hacer seriamente, y se quiere, tendríamos que poder disponer de un tiempo para hacerlo bien y documentar todo (Entrevista a Cristina, E7).

Cristina identifica en la falta de tiempo a dedicar a la documentación la razón de las resistencias del profesorado y, a raíz de la reflexión que lleva a cabo respecto a su segunda experiencia, la participación en el proyecto Erasmus+, reivindica espacio y tiempo de trabajo expresamente dedicado a la documentación.

En el ámbito de las prácticas y consecuencias Cristina encuentra otro bloqueo, esta vez relativo a la integración del enfoque propuesto al trabajo de aula y a las tensiones que se generan respecto a las demandas del currículum y de los procesos de evaluación/calificación.

Siempre tenemos el currículum, lo que hay que dar, la materia. Es muy difícil salirte de ahí cuando te están pidiendo desde la administración ciertas cosas o creemos que nos piden. Porque yo no sé hasta qué punto, si cambiáramos la forma de evaluar, que es lo que yo creo que a los docentes nos tiene muy condicionados, es la evaluación, son las notas, es el proceso de evaluación, pero sí que es verdad que tienes esta dualidad o esa cosa de “a ver cómo lo hago para hacerlo bien”, pero al mismo tiempo está condicionado por la Administración, bastante condicionado por la Administración (Entrevista a Cristina, E07).

Cristina identifica una contradicción que se genera entre los procesos de implementación de actividades innovadoras, basadas en la realización de proyectos interdisciplinarios y la persistencia de la organización curricular por disciplinas y de las demandas de la administración respecto a la evaluación/calificación. Esta contradicción, destacada también por otros docentes participantes en auLAB, es más evidente en secundaria, que en primaria.

Cristina reflexiona sobre cómo el sistema de evaluación condiciona la organización, la metodología y los contenidos de las actividades educativas, y hace que sea complicado implementar actividades y entornos que no respondan a la misma lógica de trabajo. La “dualidad” de la que habla, es un elemento recurrente en las conversaciones con los docentes, y se refiere al intento de implementar cambios metodológicos sin modificar el modelo de evaluación/calificación y la organización curricular.

7.4 Alicia: La importancia de la escucha

7.4.1 Contexto

Alicia es tutora de 5º de primaria de un colegio público de una zona rural de Asturias. Participa en la primera implementación (IMP1) del entorno de formación en *making* educativo con un grupo de alumnos y alumnas.

Alicia es una docente joven, en sus 30, con un estilo de docencia “clásico”, dirigista y una fuerte tendencia a intervenir en los procesos de creación del alumnado, aspecto coincidente con el núcleo problemático NP5. Suele organizar y pautar las actividades, dejando poco espacio a las contribuciones del alumnado.

Durante la formación se involucra en las actividades de creación con la idea de aprender las habilidades técnicas necesarias para realizar con el alumnado un artefacto para el aula. Se concentra mucho, como otros docentes, en la adquisición de los aprendizajes instrumentales, no prestando inicialmente atención a las oportunidades proporcionadas por el proceso de ideación y diseño, tendencia que coincide con los eventos asociados al núcleo problemático NP2.

La receptividad de Alicia respecto al enfoque propuesto es limitada. Al observarla, durante el módulo de *iniciación* da la sensación de estar muy preocupada, de no sentirse cómoda al no tener una secuencia lineal de instrucciones a seguir. Se concentra en la ideación del artefacto, del producto final. Durante el módulo de *formación en acción* como otros docentes manifiesta incomodidad y miedo respecto a la pérdida de control sobre la actividad, evento asociado al núcleo problemático NP4.

Durante la fase de elaboración de la propuesta de proyecto, Alicia pasa por varios momentos de frustración debidos a tensiones con la formadora/investigadora. Las tensiones se generan respecto a la estructuración e ideación de la propuesta a trabajar con el alumnado. Mientras Alicia busca definir y pautar todo el proceso a priori, la

investigadora/formadora la invita a concentrarse en las oportunidades del proceso de diseño para el aprendizaje del alumnado, así como a dejar espacios para que el alumnado pueda tomar parte de las decisiones necesarias.

El caso de Alicia es interesante exactamente por su resistencia inicial y por la incompatibilidad de entrada con el enfoque propuesto, y por el hecho de que el desarrollo profesional que percibe se genera de forma rápida y modifica en profundidad su sistema de creencias.

7.4.2 La secuencia del crecimiento profesional percibido por Alicia

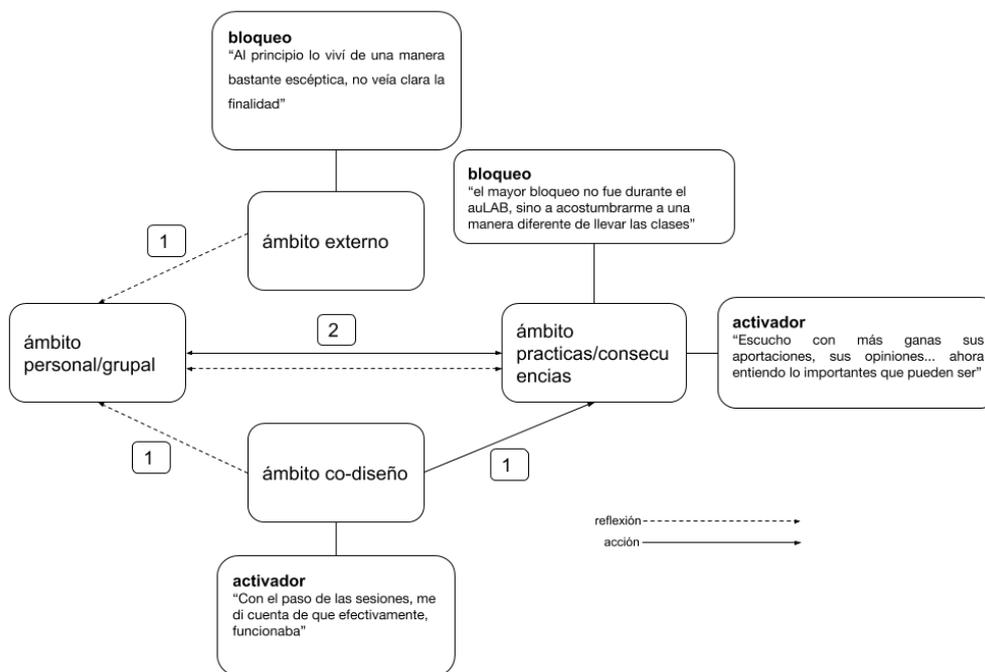


Figura: 18 Secuencia del crecimiento profesional percibido por Alicia

La secuencia de crecimiento de Alicia se origina al mismo tiempo en los ámbitos externo y de co-diseño. Desde el ámbito externo se mueve a través de la reflexión hacia el ámbito personal; desde el ámbito de co-diseño se mueve, por un lado, hacia al ámbito personal a través de la reflexión y, por el otro, a través de la puesta en acción hacia al ámbito de las prácticas y de las consecuencias. El desarrollo del crecimiento profesional sigue en una etapa sucesiva coincidente con la puesta en acción y reflexión que conectan el

ámbito personal con el ámbito de las prácticas y consecuencias. La tipología del cambio percibido por Alicia coincide con una *red de crecimiento* formada por dos *secuencias de cambio*.

7.4.3 La dificultad de Alicia

En el ámbito externo Alicia sitúa un primer bloqueo, que se podría resumir como desconfianza hacia el enfoque propuesto y su utilidad. “Al principio lo viví de una manera bastante escéptica,” comenta, “no veía clara la finalidad” (Entrevista a Alicia, E12).

El bloqueo se suaviza rápidamente en el módulo de formación *en acción* y la secuencia de cambio se mueve, por un lado, desde el ámbito externo hacia el ámbito personal a través de la reflexión y, por el otro, desde el ámbito del co-diseño hacia el ámbito de las prácticas y consecuencias a través de la puesta en acción.

Con el paso de las sesiones, me di cuenta de que efectivamente, funcionaba. Los alumnos más desmotivados en el aula ordinaria, o aquellos que presentaban comportamientos conflictivos modificaban su conducta para ir al auLAB, y ya no digamos cuando estábamos allí. [...] Y, además, era sorprendente ver como niños que no destacaban académicamente en ningún área en el colegio, cuando hablaban o planificaban lo que harían en el auLAB realizaban muchas observaciones no sólo pertinentes, sino muy ocurrentes y positivas para el trabajo, por no hablar del dominio que adquirirían de los instrumentos que usaban allí” (Entrevista a Alicia, E12).

La posibilidad de “ver” un cambio significativo en el comportamiento del alumnado durante las sesiones de trabajo conjunto destaca como elemento que motiva la docente a experimentar el enfoque propuesto en su propia práctica de enseñanza.

En el intento de poner en práctica lo aprendido en la formación Alicia encuentra el segundo bloqueo: “el mayor bloqueo no fue durante el auLAB, sino a acostumbrarme a una manera diferente de llevar las clases para preparar las sesiones allí” (Entrevista a Alicia, E12).

La dificultad que encuentra tiene a que ver con su estilo de docencia. Alicia generalmente prefiere actividades estructuradas y pautadas, no está acostumbrada a procesos abiertos o a acompañar y estimular el alumnado en la resolución de problemas. Para “preparar las sesiones de allí”, es decir las sesiones de trabajo en el fabLAB, necesita cambiar totalmente su forma de enseñar y abrirse a un estilo de facilitación menos directivo.

La puesta en acción del enfoque propuesto activa otra etapa de la secuencia de cambio en la que se genera una dinámica bidireccional de reflexión y puesta en acción gracias a la cual se generan cambios en el sistema de creencias de Alicia que coinciden con los 3 aprendizajes descritos a continuación:

Lo primero que aprendí fue a no limitarme ni a limitarlos, a darme cuenta de que había un mundo de posibilidades que se nos abrían con sólo investigar fuera del aula.

Lo segundo, que la flexibilidad y el diálogo, el ofrecer distintas tareas, distintos puntos de vista, es lo que consigue hacer a un maestro llegar no sólo a unos cuantos alumnos, sino a la totalidad.

Y, por último, a valorar todas sus aportaciones, porque siempre se puede sacar algo de cada una, aunque sean disparatadas, y porque ellos lo notan y se sienten más valorados y sin miedo a reconocer fallos o equivocaciones (Entrevista a Alicia, E12).

7.4.4 La motivación de Alicia

En el ámbito de las prácticas y de las consecuencias Alicia, a parte de las dificultades, encuentra también la motivación, el elemento activador, que le permite superarlas. Como hemos visto también en los otros casos, lo que la motiva a seguir implementando el enfoque es el cambio que percibe en el comportamiento y la motivación del alumnado cuando ella pone en práctica los aprendizajes adquiridos.

El conjunto de aprendizajes madurados en el ámbito de las prácticas a través de procesos bidireccionales de puesta en acción y reflexión retroalimentan el ámbito personal.

Escucho con más ganas sus aportaciones, sus opiniones... ahora entiendo lo importantes que pueden ser. Y como ellos se dan cuenta, son más proclives a dialogar conmigo, a contarme sus ideas y problemas, a proponerme cambios cuando son necesarios, a confiar. Ésto sólo puede suponer una mejoría en el aprendizaje para ambos (Entrevista a Alicia, E12).

Gracias a esta dinámica, en el largo plazo, Alicia percibe un cambio profundo en su sistema de creencias sobre todo en relación al diseño de actividades, su estilo de docencia y gestión de las relaciones en el aula.

Ya hace cuatro años desde entonces y veo las cosas completamente de otra manera. Por ejemplo, el aula está en movimiento continuo, colaborando entre todos, por proyectos, adaptándome dentro de lo posible a lo que ellos quieren... creo que ellos aprenden mejor y se divierten más y yo también (Entrevista a Alicia, E12).

A raíz del cambio percibido Alicia destaca como principal beneficio un elemento que parece particularmente interesante y significativo: “sólo puedo decir, para terminar, que disfruto mucho más de las clases con mis alumnos” (Entrevista a Alicia, E12).

8 Discusión de resultados y conclusiones de ECP

A continuación, se procede a dar respuesta a las preguntas específicas de investigación relativas al estudio del crecimiento profesional de los docentes participantes.

8.1 ¿Cómo se desarrolla el proceso de crecimiento personal percibido por los docentes?

La comparación de los procesos de desarrollo profesional percibido por las docentes nos lleva a destacar que cada docente llega a la incorporación del cambio por caminos diferentes a través de los ámbitos de su práctica docente, aunque en todos los casos el cambio se genera de forma simultánea en el ámbito externo y el ámbito del co-diseño.

Por ejemplo, en el caso de Bea, se observa un cambio profundo, que se desarrolla en el largo plazo a través de la incorporación del enfoque propuesto en dos contextos de práctica diferentes.

En el caso de Macu el cambio es rápido, los estímulos de la formación actúan como “revulsivo”, activan y fortalecen, debido a la compatibilidad entre el enfoque propuesto y el sistema de creencias de la docente, una tendencia al cambio metodológico que ya estaba en marcha. En este sentido, no se trata de un cambio profundo, sino de una experiencia que apoya un cambio que ya se estaba generando y le proporciona el andamiaje adecuado para que se pueda desarrollar.

En el caso de Cristina se trata de un cambio profundo, pero lento, que se origina a partir de cierta neutralidad respecto al enfoque propuesto, durante la primera exposición, y se desarrolla en la práctica después de haberse desarrollado y fortificado a través de la reflexión en el ámbito personal.

En el caso de Alicia se trata de un cambio rápido y profundo que se origina a partir de una actitud escéptica respecto al enfoque propuesto. En este caso los estímulos proporcionados por la experiencia formativa permiten a la

docente superar las primeras resistencias y llevar a la práctica directamente parte de lo aprendido en el ámbito de co-diseño ya en la primera etapa de su desarrollo.

Respecto a los procesos empleados, el crecimiento de Macu y de Alicia se caracterizan por desarrollarse desde el principio a través de la componente reflexiva y de puesta en acción mientras que, en el caso de Bea y Cristina, los procesos de puesta en acción se desarrollan como etapa sucesiva a los procesos reflexivos.

En el caso de Bea, Cristina y Alicia a raíz de la incorporación del enfoque propuesto al trabajo de aula se generan dinámicas cíclicas de retroalimentación entre el ámbito personal y el ámbito de las prácticas y consecuencias. Esta dinámica es lo que permite mantener vivo lo aprendido en la formación y adaptarlo críticamente al contexto.

8.2 ¿Qué elementos motivan el docente a incorporar el enfoque propuesto por el entorno de formación en making educativo?

Los elementos identificados como activadores del proceso de crecimiento profesional en los relatos de las 4 docentes están relacionados con los cambios que perciben en el comportamiento del alumnado sea durante el módulo de la formación *en acción* en las sesiones de trabajo conjunto de alumnado, profesorado y formadora/investigadora como en la práctica de aula.

La posibilidad de “ver” como el alumnado, especialmente el alumnado con peor rendimiento académico y baja motivación reacciona respecto al enfoque de trabajo propuesto motiva y convence Alicia y Cristina a abandonar su posición escéptica o neutral y atreverse a ponerlo en práctica.

En el caso de Macu y Bea, donde gracias a la compatibilidad de entrada con el enfoque, no hay necesidad de convencimiento, el cambio en el comportamiento del alumnado actúa como elemento motivador porque se

presenta como una solución a las problemáticas que encuentran en su contexto de acción.

En todos los casos la posibilidad de vivir la experiencia de forma directa, con sus propios alumnos y alumnas, y con el acompañamiento de la formadora investigadora se identifica por parte de las docentes como la motivación a adoptar el enfoque.

Las cuatro docentes valoran el módulo de *formación en acción* respecto a la posibilidad de “ver” el cambio real de su alumnado como reacción al enfoque propuesto.

“Pues yo allí **vi** que estaban muy integrados los niños” (Entrevista a Macu, E17), “**vi como** el alumnado estaba contento trabajando, y sobre todo un alumnado como el nuestro” (Entrevista a Cristina, E7), “era sorprendente **ver** como niños que no destacaban académicamente en ningún área en el colegio, cuando hablaban o planificaban lo que harían en el auLAB realizaban muchas observaciones no sólo pertinentes, sino muy ocurrentes y positivas para el trabajo, por no hablar del dominio que adquirirían de los instrumentos que usaban allí” (Entrevista a Alicia, E12).

Otro aspecto que destaca como elemento motivador del crecimiento es el “me encanta ver a los niños que hablan entre ellos, que discuten por la respuesta correcta” (Entrevista a Bea, E16), es el “disfrutar de las clases” (Entrevista a Alicia, E12), es el “ver los alumnos trabajar tan contentos” (Entrevista a Cristina, E07), es decir el bienestar, el placer el disfrute que las docentes sienten al percibir un clima agradable en el aula. Como señala Bell (2010) el trabajo en equipo favorece un ambiente de trabajo más amigable y un clima placentero en el aula que generan dinámicas de retroalimentación positivas.

La sensación de placer, de bienestar, el clima agradable en el aula durante las actividades de co-creación que aparece como elemento activador en el ámbito externo y de co-diseño durante la *formación en acción*, parece actuar

también como motivación para superar las dificultades relativas a la integración del enfoque propuesto en el ámbito de las prácticas y consecuencias.

8.3 ¿Qué elementos bloquean o dificultan la incorporación del enfoque propuesto?

Los bloqueos, las resistencias, las dificultades que las docentes refieren, se dan en el ámbito externo y en el ámbito de las prácticas y consecuencias. Los bloqueos que se generan en el ámbito externo coinciden o bien con una desconfianza hacia el enfoque propuesto y su utilidad, como en el caso de Alicia, o con los eventos relacionados con los núcleos problemáticos ya detectados y analizados en el Estudio del proceso de diseño (EPD). Es el caso de las actitudes tecnofóbicas referidas por Macu y coincidentes con el NP1 y de las tensiones que se generan respecto a las demandas de documentación, coincidentes con los NP6 y NP7 referidos por Cristina.

En el ámbito de las prácticas y consecuencias se dan bloqueos relacionados con la adopción del estilo de facilitación propuesto por el enfoque. Es el caso del miedo a perder el control del aula, coincidente con el núcleo problemático NP4, percibido por Bea, o de la dificultad, percibida por Alicia, a la hora de adoptar “una manera diferente de llevar las clases” (Entrevista a Alicia, E12).

Sin embargo, los bloqueos se dan especialmente en relación a la integración del enfoque propuesto en el aula y a las tensiones que se generan con la cultura de trabajo del centro escolar, así como con la organización curricular y las demandas de evaluación/calificación.

Es el caso de las tensiones, percibidas por B, que se generan entre el enfoque propuesto y las expectativas de los padres respecto a las dinámicas de enseñanza y aprendizaje.

Es el caso también de las dificultades, detectadas por Bea y Macu al “integrarlo a las clases normales, al currículo que hay que ha seguir por parte

de la ley” (Entrevista a Bea, E16), o al “compatibilizar lo que se hacía allí con lo del aula” (Entrevista a Macu, E17).

Finalmente es el caso de la tensión detectada por Cristina que se manifiesta como “dualidad” entre las demandas del currículum y de los procesos de calificación y la voluntad de implementar los cambios organizativos implicados por la adopción del enfoque propuesto.

La persistencia de la organización curricular por disciplinas y de las demandas de la administración respecto a la evaluación/calificación dificultan según Cristina la implementación de la metodología propuesta por el entorno de formación en *making* educativo.

Esa problemática, es decir el hecho que la cultura escolar vigente obstaculiza el trabajar por proyectos transdisciplinarios destacada por Hernández (2000) emerge también en la contribución de uno de los expertos en implementación de *making*.

En secundaria, como en primaria, se puede participar de forma globalizada con el enfoque por proyectos, el proyecto es el eje, pero en secundaria cada profe tiene su ámbito y ya no se trabaja de forma globalizada (Entrevista a experto en *making*, E04).

La tensión que se genera entre la organización curricular por disciplinas y la transdisciplinariedad requerida por el enfoque propuesto se resuelve en el caso de Macu gracias a las características del centro escolar, a la flexibilidad organizativa permitida por la dimensión del centro y a la voluntad del equipo directivo.

Nosotros ya en el cole a partir de aquella experiencia cambiamos la forma de plantearlo, la forma de trabajar los proyectos (Entrevista a Macu, E17).

La compatibilidad con el enfoque, la posibilidad de actuar directamente sobre la organización del centro y la consecuente integración con el trabajo previo

hacen que el cambio metodológico se instale y viva de forma autónoma una vez terminada la experiencia formativa.

Sí, que nos gusta este estilo de enseñanza y si que nos gusta que esto quede implementado con lo que hacemos en el aula, y así fue. De hecho, este curso montamos nuestro propio fablab en el colegio y está integrado porque lo que se hace allí forma parte del proyecto que se está desarrollando a todos los niveles (Entrevista a Macu, E17).

Conclusiones

9 Conclusiones

Con la investigación objeto de la tesis doctoral se buscaba perseguir los siguientes objetivos:

1. Diseñar e implementar un entorno de aprendizaje para la formación docente en *making* educativo.
2. Identificar pautas para la transferencia del entorno a otros contextos.
3. Analizar el crecimiento/desarrollo profesional de los docentes participantes en el proceso de co-diseño.

Asimismo, responder a la pregunta de investigación:

1. ¿Cómo se forma el docente en el diseño de entornos de aprendizaje?
desarrollada en las siguientes subpreguntas.
 - a. ¿Qué acciones formativas fomentan en el docente el desarrollo de un estilo de enseñanza basado en el diseño de aprendizajes y en la facilitación?
 - b. ¿Cómo se construye y fortalece en el profesorado la competencia de facilitador de experiencias creativas a través del diseño y creación de artefactos?

En los apartados que siguen se van a explicitar las conclusiones extraídas del Estudio del Proceso de Diseño, y del Estudio del Crecimiento profesional, respecto a los objetivos planteados y a las preguntas de investigación.

En relación al primer objetivo, tal como se explica en el capítulo 3, el entorno de aprendizaje para la formación docente en *making* educativo es el resultado de la adaptación cíclica del diseño preliminar, llevada a cabo en las 3 implementaciones a través de la detección de núcleos problemáticos y la identificación, puesta en marcha y evaluación de las decisiones de diseño correspondientes. Asimismo, son partes constitutivas del entorno de formación, los materiales desarrollados para apoyar los docentes en el proceso de co-diseño, los recursos así como los contenidos instrumentales y las herramientas de software.

Respecto al segundo objetivo, es decir identificar pautas para la transferencia del entorno a otros contextos, del análisis retrospectivo del conjunto de datos recogidos a lo largo del proceso de diseño e implementación del entorno de formación, tal como resulta del Estudio del Proceso de Diseño (EPD), se extraen y se validan 8 principios de diseño o patrones pedagógicos para la transferencia del entorno a otros contextos.

Los principios de diseño en línea con las aproximaciones del *learning design* a la enseñanza y con las indicaciones de Gros y otros (2016) surgen del esfuerzo reflexivo de quien los elabora con la finalidad de sintetizar las claves de éxito de un diseño de aprendizaje. Su definición comienza por la reflexión y la explicitación de los procesos de enseñanza/aprendizaje vinculados a los elementos exitosos del entorno y se concreta a través de la puesta en común y la síntesis narrativa.

Se trata de un proceso complejo de representación del conocimiento que se extrae de la práctica. La dificultad reside en el hecho de que todavía no existe un marco descriptivo común que permita representar los diseños facilitando su transferencia sin asumir un carácter prescriptivo.

En base a las investigaciones emergentes del ámbito del *Learning Design*, para suavizar esta dificultad respecto a la definición de los principios de diseño, nos apoyamos en una de las herramientas que soportan la elaboración y la difusión de principios de diseño (Winters y Mor, 2008; Mor et

al, 2014). Es el caso del *Design Principles Database* (DPD)³⁸ de Kali (2006), un repositorio en línea de aproximaciones al diseño de aprendizajes, así como de principios de diseño.

Es interesante recordar que el DPD, así como otras herramientas similares, *COLlaborative LeArning desiGn Editor* (Villasclaras-Fernández et al., 2013); *CompendiumLD* (Conole, & Wills, 2013) *LdShake* (Hernández-Leo, D. et al., 2014) surgen en el ámbito de la *Design Based Research* con la finalidad de proporcionar una infraestructura compartida para soportar y difundir las prácticas de investigación basadas en el diseño de aprendizajes. Se trata de repositorios y herramientas que permiten publicar, conectar, discutir ideas de diseño y transferirlas como principios a otros contextos. Es un contexto emergente, que, a pesar de las limitaciones debidas a la complejidad de representar y transferir el conocimiento generado a través de las prácticas de diseño de aprendizajes, trata afirmar la necesidad de poner el conocimiento práctico del docente al centro de los procesos de generación e implementación de las innovaciones educativas.

Para que estas herramientas y plataformas se alimenten de prácticas exitosas, se muestra necesario que la práctica de diseño de aprendizaje se acompañe de procesos de documentación y evaluación formativa.

Como resulta del análisis de los núcleos problemáticos vinculados con las dimensiones de la documentación y evaluación, este aspecto encuentra importantes resistencias por parte del profesorado. Tal como se ha explicado, las soluciones aportadas parecen contribuir sólo en parte a la suavización de las resistencias, sin incidir de forma significativa en la concepción negativa de la documentación como "papeleo inútil" o en su integración como conocimiento pedagógico.

De los dos estudios (EPD y ECP) destaca que los docentes, llevan a cabo procesos reflexivos pero estas reflexiones no se escriben ni se comparten.

³⁸ <http://www.edu-design-principles.org/dp/designHome.php>

Entonces, si por una parte se está generando un contexto de colaboración entre mundo profesional y comunidad investigadora alrededor de la generación de conocimiento pedagógico compartido, por la otra todavía se detecta la ausencia de una cultura de la documentación de las experiencias educativas. Además, la persistencia de una gramática escolar que no crea las condiciones para que el profesorado disponga de espacios colegiales y de tiempo para reflexionar dificulta la generación de conocimiento pedagógico compartido a través de la documentación reflexiva de los procesos de enseñanza/aprendizaje.

Respecto al tercer objetivo, del análisis del desarrollo profesional de los docentes participantes derivan las conclusiones explicitadas en el capítulo 8.

Respecto a la principal pregunta de esta investigación, ¿Cómo se forma el docente en el diseño de entornos de aprendizaje?, articulada como hemos visto anteriormente en 2 subpreguntas, los dos estudios, el EPD y el ECP, nos permiten responder como detallamos a continuación.

9.1 ¿Qué acciones formativas fomentan en el docente el desarrollo de un estilo de enseñanza basado en el diseño de aprendizajes?

A raíz del análisis de los datos procedentes del proceso de diseño del entorno, así como de las contribuciones de las docentes participantes en el estudio del crecimiento profesional se proponen las siguientes estrategias formativas para el desarrollo del docente como diseñador de entornos.

9.1.1 El co-diseño de entornos de aprendizajes como formación docente

Confirmando las indicaciones de Bannan-Ritland (2008) la participación del docente en experiencias intensas de co-diseño de entornos de aprendizaje se configura como una estrategia formativa efectiva que genera aprendizajes auténticos, duraderos y significativos, y activa procesos de reconfiguración del sistema de creencias.

Se identifican varias características deseables para los entornos de formación docente basados en el co-diseño de entornos de aprendizaje.

Experiencias de larga duración

Se recomiendan experiencias de larga duración, un año escolar o más, que permitan al docente, en primer lugar, entrar en contacto de forma gradual con las herramientas, los conocimientos y los enfoques propuestos y, sucesivamente, experimentarlos en primera persona y ponerlos en práctica en el contexto real, apreciando los beneficios que conllevan. Por esa razón es muy importante que, a la hora de diseñar estos entornos de formación, se tenga en cuenta la conexión con los contenidos curriculares y la programación didáctica del centro escolar de procedencia del docente.

Conexión de la experiencia formativa con la programación didáctica del centro escolar y con los contenidos curriculares

La conexión de la experiencia formativa con los contenidos curriculares, la programación didáctica y la oferta formativa del centro escolar de procedencia del docente permite generar valiosas sinergias entre el entorno de formación y la experiencia del docente. Establecer vínculos entre proyectos, actividades, ya activos en el centro escolar y la formación docente permite a los participantes apreciar los efectos de la adopción y de la integración del enfoque propuesto en el ecosistema existente, y poner en valor al mismo tiempo el conocimiento previo.

Para el docente la capacidad de integrar el conocimiento previo y los aprendizajes procedentes de las experiencias formativas o de los estímulos externos es central a la hora de generar dinámicas de enseñanza basadas en el diseño de aprendizaje.

Participación conjunta de profesorado, alumnado y otros profesionales

Se recomienda que el entorno se base en la colaboración de profesorado y alumnado con otros profesionales (investigadores, diseñadores, técnicos, gestores culturales, etc.). Generar entornos de colaboración entre personas con diferentes perfiles profesionales y diferentes niveles de experiencia se configura como una estrategia valiosa a la hora de promocionar aproximaciones a la enseñanza basadas en la generación de conocimiento compartido.

Como se extrae del estudio sobre el crecimiento profesional (ECP) la motivación a adoptar el enfoque propuesto por el entorno de formación está relacionada con los cambios que el docente percibe en el comportamiento del alumnado durante el módulo de la *formación en acción* en las sesiones de trabajo conjunto de alumnado, profesorado y formadora/investigadora como en la práctica de aula.

La posibilidad de “ver” como el alumnado, especialmente el alumnado con peor rendimiento académico y baja motivación reacciona respecto al enfoque de trabajo propuesto motiva y convence al docente a superar sus resistencias.

Además, la posibilidad de vivir la experiencia de forma directa, junto al alumnado, pero con el acompañamiento de formadores e investigadores parece proporcionar un entorno "seguro" donde el docente puede permitirse experimentar, apartarse, dejar el control de la clase y asumir una actitud observadora.

Formación en “zonas temporalmente autónomas” de la gramática y organización escolar

Se recomienda llevar a cabo la experiencia de co-diseño en espacios o lugares diferentes de los centros escolares como, por ejemplo, centros de producción artística o laboratorios ciudadanos, espacios que se configuren por un lado como multidisciplinares y transdisciplinares y por el otro como TAZ (zonas temporalmente autónomas) de la organización y gramática escolar.

9.1.2 Experiencias directa de creación de artefactos

Se recomienda advocar por unas acciones formativas cuyo núcleo sea la vivencia directa de una experiencia de creación de, y con, tecnología para poder apreciar en pleno toda la complejidad y las oportunidades educativas proporcionadas por un proceso de diseño de un artefacto. La vivencia directa del proceso de creación permite al docente, a parte de superar los bloqueos generados por las actitudes tecnofóbicas, apreciar las conexiones posibles

entre los contenidos curriculares y los saberes vinculados a la creación de un artefacto, actuando como elemento motivador a la hora de adoptar el enfoque propuesto e integrarlo en el trabajo de aula.

Asimismo, como se ha destacado en las conclusiones del estudio del proceso de diseño (EPD), el proporcionar al profesorado experiencias intensas y cautivadoras de creación con herramientas tecnológicas parece generar una situación donde el docente está más dispuesto a reconocer las oportunidades que una visión centrada en el proceso de creación aporta al diseño de aprendizajes y a las dinámicas de facilitación.

Una formación vivencial, en forma de experiencia de co-creación, soportada por un acompañamiento emocional, pedagógico y técnico, se configura como una estrategia adecuada para que el docente sea capaz de activar los procesos de indagación y aprendizaje autónomo necesarios para la ideación de propuestas y diseño de actividades.

9.1.3 Técnicas y estrategias para la ideación de proyectos (entender la complejidad)

De acuerdo con Smith, Iversen, & Hjorth (2015), la adquisición de técnicas y estrategias para la ideación de proyectos parece el camino hacia a una comprensión más profunda de la complejidad implicada por un proceso de diseño y fabricación de un artefacto.

Comprender esta complejidad consustancial al proceso parece facilitar la integración del proceso de creación de artefactos con los contenidos curriculares. Establecer conexiones entre la actividad de creación y los contenidos curriculares, permite al docente a apreciar el potencial de los entornos de aprendizaje y actividades de creación que surgen del interés del alumno.

9.1.4 Recursos transformacionales

Como parte del acompañamiento del docente hacia el desarrollo de un estilo de docencia basado en el diseño de aprendizajes se destaca la importancia que recubre la tipología de los recursos proporcionados.

Para superar la tendencia a organizar el trabajo de aula siguiendo las pautas proporcionadas por los libros de texto o los materiales didácticos que buscan la instrucción y la adquisición de aprendizajes instrumentales, parece necesario ofrecer el acceso a recursos abiertos, sugerentes y no prescriptivos, diseñados con la idea del *design for tinkability* (Resnick & Rosenbaum, 2013).

Esta característica parece por un lado proporcionar aquella inspiración necesaria para la incorporación de actividades novedosas y por el otro generar un contexto donde el docente puede experimentar y cultivar una actitud creativa a través de la configuración de sus propios recursos.

Por una parte, la introducción de herramientas y estrategias para la ideación de proyectos y, por otra, la creación de un repositorio de recursos parece motivar al docente a generar entornos originales y adaptados.

9.2 ¿cómo se construye y fortalece en el profesorado la competencia de facilitador de experiencias creativas a través del diseño y creación de artefactos?

En relación con la dimensión de facilitación, las tensiones, como se visto en los 2 estudios, se manifiestan sobre todo a través de la intervención del docente en el proceso creativo del alumno, ya sea a través de la imposición de objetivos y contenidos, de la verbalización de juicios y sugerencias o de la imposición de los procedimientos de trabajo.

La introducción de un acompañamiento emocional junto a la reflexión y la generación de dinámicas de observación reduce las intervenciones de los docentes en el proceso de creación de los alumnos.

Asimismo, la vivencia directa de la colaboración entre sujetos con diferentes niveles de experiencia y conocimiento, alumnado, profesorado, investigadores y diseñadores permite al docente experimentar un cambio en su estilo de enseñanza con el acompañamiento necesario.

9.2.1 Fomento de la observación

La adopción de una actitud observadora parece permitir al profesorado, por un lado, superar las urgencias de intervenir y, por el otro, apreciar los cambios que el enfoque propuesto favorece en el alumnado.

La generación de dinámicas de observación junto a la vivencia directa de la experiencia de co-creación permite al docente apreciar como el interés actúa de elemento motivador del aprendizaje.

9.2.2 Actividad formativa y disfrute

De las contribuciones de las docentes participantes en el ECP destaca como elemento sorprendente y motivador hacia la incorporación del enfoque la sensación de placer, de bienestar respecto al comportamiento del alumnado durante las actividades de co-creación.

La misma sensación de disfrute aparece también como motivación para superar las dificultades relativas a la integración del enfoque propuesto en el ámbito de la práctica docente.

10 Líneas futuras

Se identifican a continuación tres líneas como posible continuación de la presente investigación. Nos parece interesante seguir explorando las potencialidades de los entornos de aprendizaje basados en el *making* y en la creación de artefactos de cara a su adaptación a diferentes contextos.

10.1 Making en la formación inicial profesorado

Se propone una adaptación del entorno de formación en *making* educativo elaborado en el presente estudio para la formación inicial del profesorado. Las potencialidades de los entornos de creación basados en el *making* nos parecen un contexto valioso no solo para la formación continua del profesorado sino como oportunidades en el contexto de la formación inicial. De la misma forma nos parece interesante seguir explorando posibles estrategias formativas del docente como diseñador de entornos de aprendizaje.

10.2 Laboratorios ciudadanos y las comunidades de prácticas

Nos parece interesante, también, seguir explorando los espacios de educación no formal (los centros de producción artística y los laboratorios ciudadanos) como lugares para la generación de prácticas colaborativas de investigación y generación de conocimiento pedagógico. En estos espacios profesorado, gestores culturales, investigadores, activistas, artistas y diseñadores tienen la posibilidad de reflexionar sobre sus respectivas prácticas profesionales generando entornos que permiten explorar la creación de conocimiento a partir de múltiples epistemologías.

Durante la elaboración de esta tesis doctoral, la autora ha aplicado las aproximaciones extraídas en el marco de dos proyectos. Es el caso del proyecto *Breakerslab, fabricate un nuevo mundo*³⁹ y del proyecto *Del aula al*

³⁹ <http://breakerslab.org/>

*laboratorio. Buenas prácticas para la creación de laboratorios abiertos*⁴⁰. El primero es un programa que acerca la fabricación digital a jóvenes en situación de vulnerabilidad, especialmente jóvenes ex tutelados en proceso de emancipación. Para ello aprovecha el contexto de los laboratorios de fabricación digital distribuidos en el territorio del estado español para generar entornos de aprendizaje inclusivos donde se generan transferencias de conocimiento y generación de proyectos gracias a la sinergia entre los grupos de jóvenes, los educadores sociales y los expertos (diseñadores, programadores, dinamizadores) de los espacios fabLABs e makerspace. En el caso de este proyecto nos parece interesante seguir investigando el formato de formación de formadores que se ha diseñado para permitir que jóvenes en riesgo de vulnerabilidad, educadores sociales y expertos en *making* y diseño, puedan trabajar conjuntamente y evaluar su acción.

En el caso del proyecto *Del aula al laboratorio. Buenas prácticas para la creación de laboratorios abiertos* se han utilizado los resultados preliminares de esta investigación para apoyar un grupo de docentes de secundaria en la elaboración de un libro de buenas prácticas sobre el diseño y la implementación de laboratorios en el ámbito educativo. La dinámica tuvo lugar en *Hirikilabs* laboratorio de cultura digital y tecnología de *Tabakalera Centro Internacional de Cultura Contemporánea* de Donostia. En este caso nos parece interesante seguir investigando sobre las potencialidades de los espacios no formales de generación de conocimiento especialmente en relación a la posibilidad de definirse como lugares de encuentro de comunidades a la hora de generar prácticas comunes.

10.3 El docente como diseñador de artefactos educativos

Finalmente nos parece interesante explorar, siempre en la línea del docente como diseñador, las prácticas de creación de artefactos educativos, materiales, recursos, modificaciones del espacio del aula que docentes de la escuela infantil y primaria han llevado a cabo para proporcionar al alumnado

⁴⁰ https://www.tabakalera.eu/sites/default/files/adjuntos/2017/ikasgelatik_es_baja_1.pdf

experiencias de manipulación y construcción. Es el caso de los materiales manipulativos para el estudio de las matemáticas, de los materiales para la alfabetización o la adaptación de recursos para un alumnado con necesidades especiales. Es una práctica que halla sus orígenes en tiempos lejanos, como en el caso de Maria Montessori y que todavía necesita ser investigada, sobre todo en relación a las nuevas posibilidades aportadas por la difusión de las tecnologías de diseño digital, prototipado y fabricación. En este sentido nos parece interesante estudiar el fenómeno a la luz del concepto del *design for tinkerability*.

4. Referencias

- Ackermann, E. (2001). Piaget's constructivism, Papert's constructionism: What's the difference. *Future of learning group publication*, 5(3), 438.
- Ackermann, E. (2004). In Tokoro, M., Tokoro, M., & Steels, L. (Eds.), *A Learning Zone of One's Own: Sharing Representations and Flow in Collaborative Learning Enviroments* (pag. 15-37). Amsterdam: IOS Press.
- Agency by Design (2015). Maker-Centered Learning and the Development of Self: Preliminary Findings of the agency by design project, 1–10. Retrieved from http://www.agencybydesign.org/wp-content/uploads/2015/01/Maker-Centered-Learning-and-the-Development-of-Self_AbD_Jan-2015.pdf
- Albertín Carbó, P. (2007). La formación reflexiva como competencia profesional. Condiciones psicosociales para una práctica reflexiva. El diario de campo como herramienta. *Revista de Enseñanza Universitaria*, (30), 7-18.
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research?. *Educational researcher*, 41(1), 16-25.
- Ball, D. L. & Cohen, D. K. (1996). Reform by the book: What is: Or might be: The role of curriculum materials in teacher learning and instructional reform?. *Educational researcher*, 25(9), 6-14.
- Bannan-Ritland, B. (2008). Teacher design research: An emerging paradigm for teachers' professional development. En Kelly, A., E., Lesh, R. A & Baek, J. Y. (Eds.), *Handbook of design research methods in education: Innovations in science, technology, engineering, and mathematics learning and teaching*. (pag. 246–262). New York, EEUU: Routledge.
- Barab, S. A. (2014). Design-based research: a methodological toolkit for engineering change. En Sawyer, K. (Ed.), *Handbook of the Learning Sciences Vol 2*, (pag. 233-270). Cambridge, MA: Cambridge University Press.

- Barab, S. A. & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *The journal of the learning sciences*, 13(1), 1-14.
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*, 83(2), 39-43.
- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (2006). Education for the knowledge age: Design-centered models of teaching and instruction. En Alexander, P., A. & Winne, P., H. (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pag. 695-713). Mahwah, EEUU: Lawrence Erlbaum Associates. <http://doi.org/10.4324/9780203874790.ch30>
- Blikstein, P., Martinez, S. L., & Pang, H. A. (Eds.), (2016). *Meaningful Making: Projects and Inspirations for Fab Labs+ Makerspaces*. Torance, EEUU: Constructing Modern Knowledge Press.
- Blikstein, P., & Worsley, M. (2016). Children are not Hackers: Building a Culture of Powerful Ideas, Deep Learning, and Equity in the Maker Movement. En Peppler, K, Halverson & Kafai, Y. (Eds.), *Makeology* (Vol. 1, pag. 1-14). New York, EEUU: Routledge.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101.
- Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: Mapping the terrain. *Educational researcher*, 33(8), 3-15.
- Bosco, A. (2008). Las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Formación del Profesorado: lineamientos, actualidad y prospectiva. *Razón y Palabra*, nº 63.
- Bustillo, J., & Garaizar, P. (2014). Scratching the surface of digital literacy, but we need to go deeper. In *Frontiers in Education Conference (FIE), 2014 IEEE* (pp. 1-4). IEEE.
- Clarke, D., & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and teacher education*, 18(8), 947-967.
- Cobb, P., & Gravemeijer, K. (2008). Experimenting to support and understand learning processes. En Kelly, E. A., Lesh, R. A. & Baek, J. Y. (Eds.), *Handbook of design research methods in education: Innovations in*

- science, technology, engineering, and mathematics learning and teaching* (pag. 68-95). New York, EEUU: Routledge.
- Cobb, P., Confrey, J., DiSessa, A Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational researcher*, 32(1), 9-13.
- Cole, R., Purao, S., Rossi, M., & Sein, M. (2005). Being proactive: where action research meets design research. *ICIS 2005 Proceedings*, 27.
- Collins, A., Joseph, D., & Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *The Journal of the learning sciences*, 13(1), 15-42.
- Confrey, J. (2005). The evolution of design studies as methodology. En Sawyer, R. K. (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pag. 135-151). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Consejería de Educación, Cultura y Deporte. Dirección General de Formación Profesional, Desarrollo Curricular e Innovación Educativa. Servicio de Alumnado, Orientación y Participación, (2014). *AuLab: una experiencia de innovación en el Contrato-Programa*. Gijón: Consejería de Educación, Cultura y Deporte.
- Conole, G. (2012). *Designing for learning in an open world* (Vol. 4). New York, EEUU: Springer Science & Business Media.
- Cross, N. (2001). Designerly ways of knowing: Design discipline versus design science. *Design issues*, 17(3), 49-55.
- Dalziel, J., Conole, G., Wills, S., Walker, S., Bennett, S., Dobozy, E. & Bower, M. (2016). The Larnaca declaration on learning design. *Journal of Interactive Media in Education*, 2016(1).
- Darling-Hammond, L. (2008). Teacher learning that supports student learning. *Teaching for intelligence*, 2, 91-100.
- Darling-Hammond, L., & Bransford, J. (2007). *Preparing teachers for a changing world: What teachers should learn and be able to do*. New York, EEUU: John Wiley & Sons.
- Darling-Hammond, L. & McLaughlin, M. W. (1995). Policies that support professional development in an era of reform. *Phi delta kappan*, 76(8),

597-604.

- Darling-Hammond, L. & Richardson, N. (2009). Research review/teacher learning: What matters. *Educational leadership*, 66(5), 46-53.
- Díaz Quero, V. (2006). Formación docente, práctica pedagógica y saber pedagógico. *Laurus*, 12 (Ext), 88-103.
- Domingo-Coscollola, M., Sancho-Gil, J. M., & Arrazola-Carballo, J. (2016). Do It Yourself in Education: Leadership for Learning across Physical and Virtual Borders. *Management*, 4(1), 5-29.
- Dougherty, D. (2013). The Maker Mindset. En Honey, M., & Kanter, D. E. (Eds.), *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators* (pag. 7-12). New York, EEUU: Routledge.
- Edelson, D. C. (2006). Balancing innovation and risk. En J. J. H. van den Akker (Ed.), *Educational design research* (pag. 100-106). London: Routledge.
- Ertmer, P. A., Parisio, M. L., & Wardak, D. (2013). The practice of educational/instructional design. En Luckin, R., Puntambekar, S., Goodyear, P., Grabowski, B. L., Underwood, J., & Winters, N. (Eds.) *Handbook of design in educational technology* (pag. 5-19). New York, EEUU: Routledge.
- Fernández Rodríguez, E. (2009). Aprendizaje experiencial, investigación-acción y creación organizacional de saber: la formación concebida como una zona de innovación profesional. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 12(3).
- Fraefel, U. (2014). Professionalization of pre-service teachers through university-school partnerships: «Partner schools for Professional Development»—development, implementation and evaluation of cooperative learning in schools and classes. Comunicación presentada en *WERA Focal Meeting, Edinburgh*. DOI: 10.13140/RG.2.1.1979.5925
- Gee, J. P. (2013). *The anti-education era: Creating smarter students through digital learning*. London, UK, St. Martin's Press.
- Goodyear, P., & Dimitriadis, Y. (2013). In medias res: reframing design for

- learning. *Research in Learning Technology*, 21(1).
- Greeno, J. G. (1998). The situativity of knowing, learning, and research. *American psychologist*, 53(1), 5.
- Gros, B., Escofet, A., & Marimón Martí, M. (2016). Los patrones de diseño como herramientas para guiar la práctica del profesorado. *RELATEC Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 15(3), 11–26.
- Hatano, G., & Oura, Y. (2003). Commentary: Reconceptualizing school learning using insight from expertise research. *Educational Researcher*, 32(8), 26-29.
- Hernández, F. 2000. Los proyectos de trabajo: la necesidad de nuevas competencias para nuevas formas de racionalidad. *Educar*, 26, 39-51.
- Hord, S. M. (1997). Professional Learning Communities: Communities of Continuous. *Leadership*, 40(1), 58-59.
- Jonassen, D. H. (1994). Thinking Technology: Toward a Constructivist Design Model. *Educational Technology*, 34(4), 34-37.
- Kemmis, S., & Carr, W. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza*. Barcelona: Martínez Roca.
- Louis, K. S., Marks, H. M. & Kruse, S. (1996). Teachers' professional community in restructuring schools. *American educational research journal*, 33(4), 757-798.
- Kali, Y. (2006). Collaborative knowledge building using the Design Principles Database. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 1(2), 187-201.
- Kali, Y., Levin-Peled, R., & Dori, Y. J. (2009). The role of design-principles in designing courses that promote collaborative learning in higher-education. *Computers in Human Behavior*, 25(5), 1067-1078.
- Kelly, A. E. (2003). Research as design. *Educational researcher*, 32(1), 3-4.
- Kelly, A. (2004). Design research in education: Yes, but is it methodological?. *The journal of the learning sciences*, 13(1), 115-128.
- King, A. (1993). From sage on the stage to guide on the side. *College teaching*, 41(1), 30-35.
- Koper, R. (2006). Current research in learning design. *Educational Technology*

& Society, 9(1), 13-22.

- Latour, B. (2008). A cautious prometheus? A few steps toward a philosophy of design (with special attention to Peter Sloterdijk). In *Proceedings of the 2008 annual international conference of the design history society* (pag. 2-10).
- Laurillard, D. (2013). *Teaching as a design science: Building pedagogical patterns for learning and technology*. New York, EEUU: Routledge.
- Lieberman, A., & Miller, L. (Eds.). (2001). *Teachers caught in the action: Professional development that matters*. New York, EEUU: Teachers College Press.
- Maynard, T. (2001). The student teacher and the school community of practice: A consideration of 'learning as participation'. *Cambridge Journal of Education*, 31(1), 39-52.
- McKenzie, J. A. (1999). *How teachers learn technology best*. Boulder, CO: FNO Press.
- Martinez, S. L., & Stager, G. (2013). *Invent to Learn: Making. Tinkering, and Engineering in the Classroom*. Torrance, EEAA: Constructing Modern Knowledge Press.
- Martin, L. (2015, 04). The Promise of the Maker Movement for Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 5(1). doi:10.7771/2157-9288.1099
- Martín, A. G., & Tyner, K. (2012). Educación para los medios, alfabetización mediática y competencia digital. *Comunicar*, 19, 31-39.
- Molina, M., Castro, E., Molina, J. L., & Castro, E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 29(1), 75-88.
- Mor, Y., & Craft, B. (2012). Learning design: reflections upon the current landscape. *Research in learning technology*, 20(sup1), 19196.
- Mor, Y., Craft, B., & Hernández-Leo, D. (2013). The art and science of learning design: Editorial. *Research in Learning Technology*, 21.

- Morin, E. (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. *Revista de innovación e investigación educativa* (p. 60). Recuperado de <http://www.edgarmorin.org/libros-sin-costo/94-los-7-saberes-necesarios-para-la-educacion-del-futuro-de-edgar-morin.html>
- Muñoz, J. M. E. (2009). Comunidades docentes de aprendizaje, formación del profesorado y mejora de la educación. *Agora para la educación física y el deporte*, (10), 7-31.
- Nunez, J. G. (2010). *Prefab the FabLab: rethinking the habitability of a fabrication lab by including fixture-based components* (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology). Recuperado de <http://hdl.handle.net/1721.1/59201>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York, EEUU: Basic Books, Inc.
- Papert, S. & Harel, H. (1991). *Constructionism*. New York, EEUU: Ablex Publishing Corporation.
- Parke, H. M., & Coble, C. R. (1997). Teachers designing curriculum as professional development: A model for transformational science teaching. *Journal of research in science teaching*, 34(8), 773-789.
- Penuel, W. R., Fishman, B. J., Yamaguchi, R., & Gallagher, L. P. (2007). What makes professional development effective? Strategies that foster curriculum implementation. *American educational research journal*, 44(4), 921-958.
- Peppler, K. A., Halverson, E., & Kafai, Y. B. (2016). *Makeology makers as learners*. New York, EEUU: Routledge.
- Piaget, J. (1973). *To understand is to invent: The future of education*. New York, EEUU: Grossman Publishers Viking Compass Edition.
- Reimann, P. (2011). Design-based research. En Markauskaite, L.; Freebody, P. & Irwin, J. (Eds.), *Media*, 37-50. Amsterdam, Holanda: Springer Netherlands.
- Resnick, M. (2001). Closing the fluency gap. *Communications of the ACM*, 44(3), 144-145.
- Resnick, M. (2008). *Sowing the Seeds for a More Creative Society*. Learning &

- Leading with Technology, 35(4), 18-22.
- Resnick, M., Berg, R., & Eisenberg, M. (2000). Beyond black boxes: Bringing transparency and aesthetics back to scientific investigation. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(1), 7-30.
- Resolución de 6 de junio de 2008, de la Consejería de Educación y Ciencia, por la que se establece la ordenación de los Programas de diversificación curricular en el Principado de Asturias, Boletín Oficial del Principado de Asturias, 148, 2008.
- Riera, J. & Prats, M. A. (2008). Un enfoque socio-constructivista y sistémico de los modelos de apoyo y actualización docente para la innovación educativa de base TIC . *Educar*, (41), 29-40.
- Rogers, E. M. (2010). *Diffusion of innovations*. New York, EEUU: Simon and Schuster.
- Salomon, G. (Ed.). (1993). *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations* (Vol. 11, No. 9). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Sancho, J. M., Ornellas, A., Sánchez, J. A., Alonso, C., & Bosco, A. (2008). La formación del profesorado en el uso educativo de las TIC: una aproximación desde la política educativa. *Praxis Educativa (Arg)*, (12).
- Sancho Gil, J. M., Bosco, A., Alonso Cano, C., & Sánchez i Valero, J. A. (2015). Formación del profesorado en Tecnología Educativa: de cómo las realidades generan los mitos. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 14(1), 17-30.
- Schlager, M. S., & Fusco, J. (2003). Teacher professional development, technology, and communities of practice: Are we putting the cart before the horse? *The information society*, 19(3), 203-220.
- Schön, D. A. (1992). Designing as reflective conversation with the materials of a design situation. *Research in Engineering Design*, 3(3), 131-147.
- Schön, D. (1998). *El profesional reflexivo*. Barcelona, Catalunya: Paidós.
- Smith, R. C., Iversen, O. S., & Hjorth, M. (2015, 09). Design thinking for digital fabrication in education. *International Journal of Child-Computer*

Interaction, 5, 20-28. doi:10.1016/j.ijcci.2015.10.002

- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. Thousand Oaks, California, EE UU: Sage.
- Stager, G. (2005). Papertian constructionism and the design of productive contexts for learning. In *EuroLogo X* (pp. 1–11). Warsaw, Poland. Recuperado de <http://www.stager.org/articles/eurologo2005.pdf>
- Stein, M. K., Smith, M. S., & Silver, E. A. (1999). The development of professional developers: Learning to assist teachers in new settings in new ways. *Harvard educational review*, 69(3), 237-270.
- Tardif, M. (2004). *Los Saberes del docente y su desarrollo profesional*. Madrid, España: Narcea.
- Tejada Fernández, J., & Pozos Pérez, K. Nuevos escenarios y competencias digitales docentes. *Profesorado: revista de currículum y formación del profesorado*, 22(1), 25-51.
- Van Driel, J. H., & Berry, A. (2012). Teacher professional development focusing on pedagogical content knowledge. *Educational Researcher*, 41(1), 26-28.
- Villamil, H. R. (2008). Del constructivismo al construccionismo: implicaciones educativas. *Educación y Desarrollo Social*, 2(1), 71-89.
- Voogt, J., Laferrière, T., Breuleux, A., Itow, R. C., Hickey, D. T., & McKenney, S. (2015). Collaborative design as a form of professional development. *Instructional Science*, 43(2), 259–282. <http://doi.org/10.1007/s11251-014-9340-7>
- Vossoughi, S., & Bevan, B. (2014). Making and Tinkering: A Review of the Literature. Commissioned by the Committee on Successful Out-of-School STEM Learning, (January 2014), 1–55. Recuperado de http://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse_089888.pdf
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53, 5-23.

Zuckerman, O. (2010). Designing digital objects for learning: lessons from Froebel and Montessori. *Int. J. Arts and Technology*, 3(1), 124-135.

Anexos