

# Plantilla O3Dx (ODD+D+x)

## Descripción normalizada de modelos de simulación basados en agentes incluyendo procesos de decisión humana (Protocolo ODD+D).

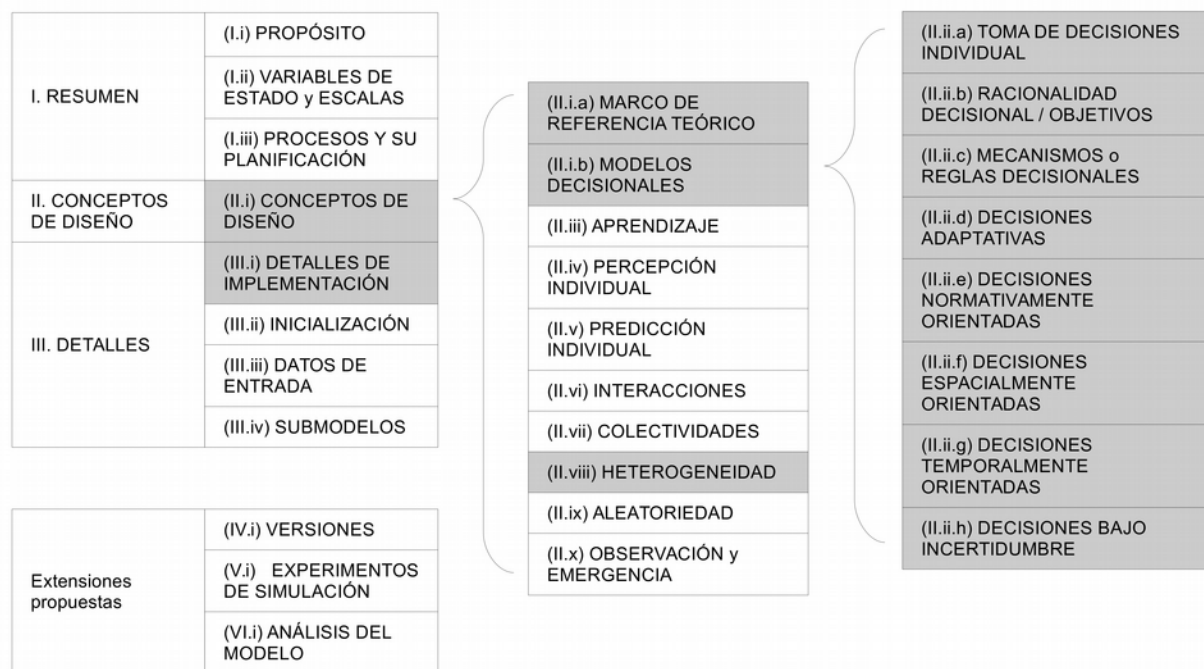


Ilustración 1: Estructura del protocolo ODD+D, según Müller et al. (2013). En gris, las ampliaciones respecto al protocolo original ODD. A la derecha, contenidos del nuevo apartado dedicado a los procesos decisionales de los agentes. En la parte inferior, propuestas de extensión.

## USO DE LA PLANTILLA

- La plantilla es un archivo formato Portable Document File (PDF) con campos de formulario disponibles para rellenar. Los campos son recuadros con borde gris.
- Para poder rellenar el formulario es necesario utilizar una aplicación compatible para formularios PDF (Acrobat Reader, GNU/Evince, Okular, Sumatra, FoxIt).
- Al situar el puntero sobre un campo se mostrará una etiqueta con ejemplos de ayuda para las personas usuarias de la plantilla.
- El contenido de los campos únicamente puede ser texto, sin ningún tipo de formato más allá del espaciado y salto de línea. No hay límite en el número de líneas por campo, aunque sólo se mostrarán las que pueda contener la ventana de edición
- En cualquier momento se puede editar y modificar el contenido de cualquier campo o recortar y copiar texto desde otras aplicaciones, aunque perderá el formato.
- Si se intenta salir de la aplicación, preguntará si se desean guardar las modificaciones y se ofrecerá un diálogo para introducir el nombre del PDF modificado. El PDF modificado se puede abrir de nuevo y continuar rellenando la plantilla hasta completar el protocolo.

## Plantilla ODD+D \*

### IDENTIFICACIÓN

- ¿Qué nombre corto, o acrónimo, permite identificar al modelo?
- ¿Quiénes son sus autores, tanto de diseño como de codificación?
- ¿Cual es el estado actual del flujo de trabajo correspondiente al modelo?
- ¿Fecha de esta especificación ODD?

### (I.i.a) PROPÓSITO

- ¿Cual es el propósito del modelo?
- ¿Con qué objetivo se ha desarrollado?
- ¿Para qué se va a utilizar?

### (I.i.b) DESTINATARIOS

- ¿Para quién ha sido diseñado el modelo?
- ¿Quién va a utilizarlo?

### (I.ii.a) ENTIDADES

[Simple mención, a desarrollar en II.viii.a Heterogeneidad]

- ¿Qué tipos (y subtipos) de entidades individuales y colectivas conforman el modelo?
- ¿Qué conforma el medio o entorno del modelo?
- ¿Qué unidades espaciales se utilizan?

---

\* El código entre paréntesis hace referencia a la identificación en el artículo original de Müller et al., 2013.

**(I.ii.b) VARIABLES DE ESTADO**

¿Qué atributos caracterizan a cada una de tales entidades?

¿Qué variables de estado o parámetros internos poseen?

¿En qué unidades de medida se expresaran tales variables o atributos?

**(I.ii.c) FACTORES EXÓGENOS**

¿Qué factores exógenos al sistema considerado influyen o condicionan al modelo?

**(I.ii.d) EXTENSIÓN ESPACIO-TEMPORAL**

¿Es un modelo con una dimensión concreta espacio-temporal?

¿Cual es la extensión espacial y temporal del modelo?

Si es el caso, ¿dónde suceden las dinámicas implicadas en el modelo?

Si es el caso, ¿cuándo sucede la dinámica del modelo, y durante cuanto tiempo?

**(I.ii.e) ESCALA**

¿Con qué nivel de precisión espacial y temporal se realizará la simulación?

### **(I.iii.a) RESUMEN DEL PROCESO Y SU PLANIFICACIÓN**

*[Simple mención de los submodelos o procesos, que se especificarán en detalle en el apartado (III.iv.a). Excepto para planificaciones muy simples, es conveniente usar pseudo-código, o representación gráfica, para describir la planificación, sin comprometerse con ningún lenguaje concreto de implementación del modelo.]*

¿Qué entidad hace qué?

¿En qué orden se ejecutan los diferentes procesos?

¿En qué orden ejecutan distintas entidades un mismo proceso?

¿Cómo se modeliza el tiempo, mediante saltos discretos o como un continuo temporal en el que suceden tanto procesos continuos como sucesos discretos?

## CONCEPTOS DE DISEÑO

### (II.i.a) MARCO DE REFERENCIA TEÓRICO

¿Utiliza el modelo teorías consolidadas o novedosas?

¿Qué conceptos, teorías, hipótesis teóricas subyacen en el diseño del modelo (excepto los modelos decisionales que se especifican en II.i.b)?

¿Se utilizan en el nivel de los submodelos (como hipótesis microfundamentales) o en el nivel del sistema (como teorías macrodinámicas)?

¿Qué relación guardan estas asunciones con el propósito del estudio?

¿Cómo se tienen en cuenta estas asunciones en la modelización?

¿Proporcionará el modelo indicios respecto a estos principios fundamentales, como por ejemplo su alcance, su utilidad en escenarios reales, su validación o indicaciones para su modificación?

### (II.i.b) MODELOS DECISIONALES

*[Más información en Johnson, J.G., Busemeyer, J.R., 2010. Decision making under risk and uncertainty. Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science 1 (5), 736-749.]*

¿Sobre qué asunciones teóricas y/o empíricas se basan los modelos de decisión de los agentes?

### (II.i.c) JUSTIFICACIÓN DE MODELOS DECISIONALES

¿Porqué se han seleccionado tales modelos de decisión?

#### (II.i.d) SOPORTE EMPÍRICO DE MODELOS DECISIONALES

[Más información: Smajgl, A., Brown, D.G., Valbuena, D., Huigen, M.G.A., 2011. *Empirical characterisation of agent behaviours in socio-ecological systems. Environmental Modelling & Software* 26 (7), 837-844.]

¿Qué soporte empírico puede sustentar el uso de los modelos de decisión utilizados?

¿Cual es la fuente de los datos empíricos en los que se basa el modelo de decisión de los agentes?

#### (II.i.e) NIVEL DE AGREGACIÓN DECISIONAL

Para cada tipo de entidad decisora en el modelo, ¿a qué nivel de agregación hay disponibles datos sobre decisión relevantes para el modelo?

#### (II.ii.a) TOMA DE DECISIONES INDIVIDUAL

¿Cuales son los sujetos y objetos de la toma de decisiones?

¿En qué nivel de agregación se modeliza la toma de decisiones?

¿Se incluyen múltiples niveles de toma de decisiones?

### (II.ii.b) RACIONALIDAD DECISIONAL

¿Cual es el tipo de racionalidad básica tras las tomas de decisión de los agentes del modelo?

¿Persiguen los agentes un objetivo explícito?

¿Cómo se pueden medir tales objetivos, así como su grado de cumplimiento?

¿Disponen los agentes de criterios concretos de éxito o motivación?

¿Los agentes intentan incrementar algún tipo de indicador de éxito individual relacionado con sus objetivos (p.e., “*desplazate a la posición que disponga de una productividad mayor*”, asumiendo que productividad es un indicador de éxito)?

¿O simplemente los individuos reproducen ciertos comportamientos que se asumen implícitamente como conducentes al éxito o la adaptación (p.e., “*desplazate hacia la derecha un 70% del tiempo*”)?

### (II.ii.c) MECANISMOS o REGLAS DECISIONALES

¿De que forma toman los agentes del modelo sus decisiones?

¿Qué reglas de decisión conforman los procedimientos de resolución de toma de decisiones?

**(II.ii.d) DECISIONES ADAPTATIVAS**

*[Adaptación implica aplicación de reglas de decisión ante condiciones del entorno]*

¿Adaptan los agentes sus decisiones a cambios de variables endógenas del modelo?

¿Adaptan los agentes sus decisiones a cambios de variables exógenas del modelo?

¿Qué reglas tienen para tomar decisiones o modificar su comportamiento en respuesta a cambios en sí mismos o en el entorno?

¿Qué objetivos persiguen los individuos mediante los procesos de adaptación que rigen sus comportamientos?

**(II.ii.e) DECISIONES NORMATIVAMENTE ORIENTADAS**

¿Influyen las normas sociales sobre la toma de decisiones individual?

¿Influyen los valores culturales sobre la toma de decisiones individual?

Si es el caso, ¿de que manera orientan los agentes sus decisiones a tales cuestiones?

**(II.ii.f) DECISIONES ESPACIALMENTE ORIENTADAS**

¿Influyen aspectos espaciales sobre la toma de decisiones individual?



**(II.ii.g) DECISIONES TEMPORALMENTE ORIENTADAS**

- ¿Influyen aspectos temporales sobre la toma de decisiones individual?
- ¿Qué papel juega el orden o secuencia de las decisiones de diversos agentes en el modelo?
- ¿Tienen en cuenta los agentes experiencias pasadas o predicciones futuras?

**(II.ii.h) DECISIONES BAJO INCERTIDUMBRE**

- ¿Se incluyen elementos de incertidumbre en las reglas de decisión de los agentes?
- Si es el caso, ¿cómo se modeliza la decisión bajo incertidumbre de los agentes?

**(II.iii.a) APRENDIZAJE INDIVIDUAL**

*[Aprendizaje implica modificación de reglas de decisión ante condiciones del entorno]*

- ¿Se incluye el aprendizaje individual en el proceso de decisión de los agentes?
- ¿Cambian los agentes sus reglas de decisión a lo largo del tiempo como consecuencia de su experiencia durante la simulación?
- ¿Cómo se dan tales cambios?
- ¿Se trata de cambios conscientes, incluso planificados, o son simplemente respuestas a un entorno en evolución?
- ¿Se dan procesos de co-evolución por influencia mutua entre características individuales y del entorno?

### **(II.iii.b) APRENDIZAJE COLECTIVO**

- ¿El modelo implementa procesos de aprendizaje colectivo?
- ¿Los agentes modifican sus reglas de decisión en función de la experiencia de otros agentes?
- ¿Se modelizan procesos de intercambio de información y conocimientos entre agentes?
- ¿El modelo considera la interacción social como una forma de modificar el aprendizaje conseguido por los agentes implicados?

### **(II.iv.a) PERCEPCIÓN INDIVIDUAL**

- ¿Qué variables endógenas y exógenas asume el modelo que los agentes perciben?
- ¿Está sujeto el proceso de percepción sensible a algún tipo de error o ruido?
- ¿Qué variables endógenas y exógenas percibidas utilizan los agentes en sus procesos decisionales?
- ¿Qué modelo de medida usan los agentes para tal percepción?
- ¿Mantienen los agentes una memoria o mapa a largo plazo de sus percepciones?

### **(II.iv.b) PERCEPCIÓN SOCIAL**

- ¿Qué otros agentes o entidades son percibidas por qué agentes?
- ¿Qué variables de estado o atributos internos de otros individuos pueden percibir los agentes?
- ¿Qué comportamientos son percibidos?
- ¿Está sujeto el proceso de percepción social a algún tipo de error o ruido?
- ¿Si la percepción es a través de una red social, su estructura es impuesta o emergente de la simulación?

**(II.iv.c) RANGO DE PERCEPCIÓN**

- ¿Cual es el alcance de las señales que un agente puede percibir, local o global?
- ¿Cual es la escala espacial de la percepción de variables o atributos por parte de los agentes?
- ¿Implementa el modelo otros esquemas de percepción no basados en el espacio físico, como las redes sociales?

**(II.iv.d) OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN**

- ¿Se asume que los agentes conocen ciertas variables o atributos directa e implícitamente?
- ¿Están modelados explícitamente los mecanismos de obtención de información por parte de los agentes?

**(II.iv.e) COSTES DE INFORMACIÓN**

- ¿El modelo incluye explícitamente los costes de los procesos de cognición?
- ¿Cómo se implementan los costes de obtención de la información?
- ¿Son estos costes tenidos en cuenta en los procesos de toma de decisiones?

**(II.v.a) PREDICCIONES**

- ¿Qué datos utilizan los agentes para predecir condiciones futuras?
- ¿Cómo influyen tales predicciones sobre los procesos de adaptación y de aprendizaje?
- ¿Qué elementos, propios y del entorno, utiliza un agente individual para realizar sus predicciones?

**(II.v.b) MODELOS DE PREDICCIÓN**

- ¿Qué modelos internos (razonamiento) se asume que utilizan los agentes para estimar sus condiciones futuras?
- ¿Qué modelos utilizan para estimar las consecuencias futuras de sus comportamientos?
- ¿Qué supuestos tácitos implican tales modelos de razonamiento y racionalidad?

**(II.v.c) ERRORES DE PREDICCIÓN**

- ¿Pueden los agentes del modelo incurrir en errores en el proceso de predicción?
- ¿Cómo está implementado este proceso de error en la predicción?

### **(II.vi.a) INTERACCIONES**

- ¿Qué tipos de interacciones se asumen como relevantes entre los agentes?
- ¿Se trata de interacciones directas, en las que los encuentros entre agentes influyen sobre los mismos?
- ¿Hay interacciones indirectas, como en caso de competir por un recurso intermedio?
- ¿Qué tipos de agentes pueden mantener interacciones con qué otros tipos de agentes y de entidades?
- ¿Qué reglas implementan los resultados de las posibles interacciones?

### **(II.vi.b) CONDICIONES DE INTERACCIÓN**

- ¿Qué condiciones implican, permiten o “disparan” interacciones entre agentes y entidades?

### **(II.vi.c) INTERACCIONES COMUNICATIVAS**

- Si las interacciones implican comunicación, ¿cómo se han modelizado tales procesos comunicativos?
- ¿Cómo se representan los contenidos comunicativos?

**(II.vi.d) INTERACCIONES ESTRUCTURALES**

Si existe una red de coordinación, ¿cómo afecta al comportamiento de los agentes?

¿La estructura de tal red es impuesta, o es emergente durante la simulación?

**(II.vii.a) COLECTIVIDADES**

¿Los individuos forman o pertenecen a agregaciones que influyen y son influidas por los mismos individuos?

**(II.vii.b) MODELIZACIÓN DE COLECTIVIDADES**

¿Cómo se representan tales colectividades?

¿Son los colectivos simplemente definiciones del modelador, es decir, conjuntos de entidades con sus propios atributos y comportamientos?

¿Tales colectivos son una propiedad emergente del comportamiento de los individuos?

**(II.viii.a) HETEROGENEIDAD**

¿Intercambiar dos agentes a inicio de la simulación genera cambios en el resultado final?

¿Son los agentes del modelo heterogéneos en cuanto a sus atributos?

¿Son los agentes del modelo heterogéneos en cuanto a sus reglas de comportamiento?

Si es el caso, ¿qué variables de estado o procesos difieren entre los agentes?

**(II.viii.b) HETEROGENEIDAD DECISIONAL**

¿Son los agentes heterogéneos en cuanto a sus reglas de toma de decisiones?

Si es el caso, ¿qué modelos de decisión o qué objetos de decisión difieren entre los agentes?

**(II.ix.a) ALEATORIEDAD**

¿Qué procesos (incluyendo la inicialización) se han modelado asumiendo que son, total o parcialmente, aleatorios?

¿Se utiliza la aleatoriedad para generar variabilidad en procesos para los que no se considera importante modelizar sus causas?

¿Se utiliza aleatoriedad para generar sucesos o comportamientos que ocurren con una frecuencia específica conocida?

**(II.x.a) OBSERVACIÓN**

¿Qué datos se generan y recopilan a partir de la simulación para proceder al contraste, la interpretación y el análisis?

¿Cómo son recopilados tales datos, en qué formato (gráfico, cuantitativo,...)?

¿En qué momento o momentos de la simulación son recopilados tales datos?

¿Se utiliza la totalidad de los datos generados, o sólo una muestra a imitación de lo que sucede habitualmente en un estudio empírico?

**(II.x.b) EMERGENCIA**

¿Qué resultados son modelados como efectos emergentes de rasgos adaptativos o de comportamiento de los individuos?

¿Qué resultados del modelo se espera que varíen de forma compleja y tal vez imprevisible ante un cambio de las características particulares de individuos o entorno?

¿Qué resultados del modelo están impuestos por las reglas del modelo y por tanto dependen menos de los comportamientos de los individuos?



## DETALLES DE IMPLEMENTACIÓN

### (III.i.a) IMPLEMENTACIÓN

¿Qué estrategias de modelado subyacen en el mismo diseño del modelo?

¿Cómo ha sido implementado el modelo?

¿Qué herramientas de software se han utilizado para la implementación?

### (III.i.b) DISPONIBILIDAD

¿Está el código disponible para su descarga?

¿Bajo que tipo de licencia se distribuye el código informático de la simulación?

¿Dónde puede encontrarse el código para descargarlo?

### (III.ii.a) ESTADO DE INICIALIZACIÓN

¿Cual es el valor inicial de todas las variables y parámetros del modelo, i.e., en el momento  $t=0$  de una ejecución de simulación?

¿Cuántas entidades forman la sociedad virtual inicialmente, y qué valores, exactos o como distribución aleatoria, tienen las variables de estado de las entidades?

### (III.ii.b) ESPACIO DE INICIALIZACIÓN

¿El estado inicial es siempre el mismo, o se asumen variaciones entre diferentes ejecuciones de la simulación?

Si es el caso, ¿cual es el objetivo de la variabilidad entre ejecuciones de la simulación?

### (III.ii.c) CALIBRACIÓN

¿Los valores iniciales del modelo de simulación se han seleccionado arbitrariamente, en base a asunciones teóricas (*theory-driven*), o en base a datos empíricos disponibles (*data-driven*)?

Si se trata de una inicialización arbitraria, ¿cómo corresponden los valores arbitrarios a hipótesis concretas a contrastar?

Si se trata de una inicialización teórica, ¿qué valores se han considerado y cuales son las fuentes para tal especificación?

Si se trata de una inicialización empírica, ¿cuales son las fuentes empíricas de la calibración inicial del modelo?

### (III.iii.a) DATOS DE ENTRADA

*[No hace referencia a los valores paramétricos iniciales de la simulación, sino a registros de procesos ambientales exógenos que pueden influir sobre la simulación a lo largo de su ejecución sin que sean a su vez resultado del modelo como, por ejemplo, ciclos climáticos.]*

¿Utiliza el modelo datos de fuentes externas (ficheros de datos, u otros modelos) para representar procesos que varían en el tiempo a lo largo de la ejecución de la simulación?

**(III.iv.a) SUBMODELOS**

¿Qué modelos representan, con detalle, los procesos listados en el apartado **(I.ii.i)** de resumen del proceso y su planificación?

¿Qué ecuaciones o algoritmos permiten representar cada modelo?

**(III.iv.b) ESPECIFICACIÓN DE SUBMODELOS**

¿Cuales son los parámetros, dimensiones y valores de referencia de cada submodelo?

### (III.iv.c) DISEÑO DE SUBMODELOS

¿De qué otros sistemas se han “extraído” o “inspirado” los modelos para su uso actual?

¿Cómo se han diseñado o seleccionado tales modelos?

¿Cómo se justifica la verificación y la validez de cada modelo utilizado?

¿Qué referencias y literatura relevante se puede aportar para cada submodelo, respecto a su implementación independiente, contraste, calibración y análisis?



## EXTENSIÓN DE ODD+D

A pesar de que el protocolo está diseñado para describir la **versión definitiva** de modelos de simulación social a efectos de comunicación y publicación, en realidad pueden existir diferentes versiones anteriores del mismo, debido al proceso recursivo e incremental de refinamiento utilizado en la construcción de los modelos. Así, convendría expresar -en un apartado no previsto expresamente por ODD+D- la “ubicación” del modelo descrito dentro de esta secuencia de versiones mejoradas.

### (IV.i.a) VERSIONES

¿Es la versión original del modelo?

¿Se trata de una reimplementación de un modelo de simulación anterior, p.e. usando un lenguaje de programación diferente?

En caso de reimplementación, ¿cual es la referencia completa al modelo fuente original?

¿Se trata de una versión ampliada de un modelo anterior?

En caso de ampliación, ¿cual es el objetivo que motiva la ampliación? ¿cuales son las modificaciones introducidas?

Igualmente, convendría añadir sendas secciones relativas a “Experimentos de Simulación” y “Análisis del Modelo”, en las que se describiera el plan de experimentación al que se ha sometido el modelo, la descripción e incidencias del conjunto de simulaciones realizadas, y un resumen de los resultados generados por el conjunto: modelo, plan de explotación, simulaciones, análisis. Estas consideraciones quedan actualmente fuera del ámbito del protocolo descriptivo ODD, pero forman parte fundamental de los resultados publicables a efectos de posible replicabilidad por parte de la comunidad científica.

### (V.i.a) EXPERIMENTOS DE SIMULACIÓN

¿Qué tipo de diseño experimental se ha utilizado?

¿Qué variables se han considerado como observables resultado de la experimentación?

¿Qué variables o parámetros se han controlado a efectos de la experimentación?

¿Qué valores se han asignado a diferentes ejecuciones de simulación para poder explorar el espacio de parámetros iniciales?

¿Cuántas repeticiones de ejecución se han llevado a cabo?

### (VI.i.a) ANÁLISIS DEL MODELO

Si es el caso, ¿qué herramientas gráficas se utilizan para representar los resultados de la simulación?

¿Qué tipos de datos se recopilan como resultados observacionales de la simulación?

¿En qué formato se recopilan los datos de resultados? ¿Es compatible tal formato con otras herramientas de análisis de datos?

Si es el caso, ¿qué procedimientos estadísticos descriptivos o inferenciales se aplican a los datos resultantes de la ejecución del modelo de simulación?

**NOTA:**

Si se usa el protocolo en un trabajo propio, se recomienda referenciarlo: “...*la descripción del modelo sigue una extensión del protocolo ODD+D (Overview, Design concepts, Details and Human Decision-Making) según Müller et al. (2013).*”

Müller, B., F. Bohn, G. Dressler, J. Groeneveld, C. Klassert, M. Schlüter, J. Schulze, H. Weise, and N. Schwarz (2013) Describing human decisions in agent-based models - ODD+D, an extension of the ODD protocol. *Environmental Modelling & Software* 48, 37-48.