
Práctica 2: Space Invaders refactored. Completa

Fecha de entrega: 5 de Diciembre de 2019, 9:00

Objetivo: Herencia, polimorfismo, clases abstractas, interfaces, excepciones y gestión de ficheros

Introducción

El objetivo de esta práctica consiste, fundamentalmente, en aplicar los mecanismos que ofrece la POO para mejorar el código desarrollado hasta ahora. En particular, en esta versión de la práctica incluiremos las siguientes mejoras:

- Primero, como se explica en la sección 2, refactorizamos¹ el código de la práctica anterior. Para ello, modificaremos parte del controlador distribuyendo su funcionalidad entre un conjunto de clases.
- Vamos a hacer uso de la herencia para reorganizar los objetos de juego. Hemos visto que hay mucho código repetido en los distintos tipos de aliens o entre el misil y las bombas. Por ello, vamos a crear una estructura de clases que nos permita extender fácilmente la funcionalidad del juego.
- Una vez refactorizada la práctica, vamos a añadir nuevos objetos al juego.
- La herencia también nos va a permitir redefinir cómo almacenamos la información del estado del juego. En la práctica anterior, al no usar herencia, debíamos tener una lista para cada conjunto de objetos. Sin embargo, en esta versión de la práctica, podremos usar una sola estructura de datos para todos los objetos de juego.
- Vamos a incluir la posibilidad de modificar cómo se representa el tablero. Para ello, crearemos otro *printer* con el que podamos ver el juego de forma *serializada*.

¹Refactorizar consiste en cambiar la estructura del código (se supone que para mejorarlo) sin cambiar su funcionalidad.

- Utilizaremos la *serialización* poder grabar y cargar partidas en disco. Para ello, ampliaremos el juego para gestionar ficheros de entrada y salida.
- También vamos a incluir el manejo y tratamiento de excepciones. En ocasiones, existen estados en la ejecución del programa que deben ser tratados convenientemente. Además, cada estado debe proporcionar al usuario información relevante como, por ejemplo, errores producidos al procesar un determinado comando. En este caso, el objetivo es dotar al programa de mayor robustez, así como mejorar la interoperabilidad con el usuario.

Todos los cambios comentados anteriormente se llevarán a cabo de forma progresiva. El objetivo principal es extender la práctica de una manera robusta, preservando la funcionalidad en cada paso que hagamos y modificando el mínimo código para ampliarla.

Importante: Hemos dividido el enunciado en varias partes que iremos publicando progresivamente, en esta primera parte nos centraremos en el primer ítem de la lista. Solo habrá una entrega para toda la práctica completa.

Refactorización de la solución de la práctica anterior

Hay una regla no escrita en programación que dice *Fat models and skinny controllers*. Lo que viene a decir es que el código de los controladores debe ser mínimo y, para ello, deberemos llevar la mayor parte de la funcionalidad a los modelos. Una manera de adelgazar el controlador es utilizando el patrón *Command* que, como veremos, permite encapsular acciones de manera uniforme y extender el sistema con nuevas acciones sin modificar el controlador.

El cuerpo del método `run` del controlador va a tener - más o menos - este aspecto. Tu código no tiene que ser exactamente igual, pero lo importante es que veas que se asemeja a esta propuesta.

```
System.out.println(game);
while (!game.isFinished()){
    System.out.println(PROMPT);
    String[] words = in.nextLine().toLowerCase().trim().split(" \\s+");
    Command command = CommandGenerator.parse(words);
    if (command != null)
        if (command.execute(game)) System.out.println(game);
    else
        System.out.format(unknownCommandMsg);
}
```

Básicamente, mientras el juego no termina, leemos un comando de la consola, lo parseamos, lo ejecutamos y, si la ejecución es satisfactoria y ha cambiado el estado del juego, lo repintamos. Este mismo controlador nos valdría para diferentes versiones del juego o incluso para diferentes juegos. En la próxima sección vamos a ver cómo funciona el patrón *Command*.

Patrón Command

El patrón *command* es un patrón de diseño² muy conocido. En esta práctica no necesitas conocer de este patrón más de lo que se explica aquí. Para aplicarlo, cada comando

²Los patrones de diseño de software en general, y el patrón *command* en particular, se estudian en la asignatura Ingeniería del Software.

del juego se representa por una clase diferente, que llamamos `MoveCommand`, `ShootCommand`, `UpdateCommmand`, `ResetCommand`, `HelpCommand`,... y que heredan de una clase abstracta `Command`. Las clases concretas invocan métodos de la clase `Game` para ejecutar los comandos respectivos.

En la práctica anterior, para saber qué comando se ejecutaba, el método `run` del controlador contenía un `switch` - o una serie de `if`'s anidados - cuyas opciones correspondían a los diferentes comandos. Con la aplicación del patrón *command*, para saber qué comando ejecutar, el método `run` del controlador divide en palabras el texto proporcionado por el usuario (*input*) a través de la consola, para a continuación invocar un método de la *clase utilidad*³ `CommandGenerator`, al que se le pasa el *input* como parámetro. Este método le pasa, a su vez, el *input* a un objeto *comando* de cada una de las clases concretas (que, como decimos, son subclases de `Command`) para averiguar cuál de ellos lo acepta como correcto. De esta forma, cada subclase de `Command` busca en el *input* el texto del comando que la subclase representa.

Aquel objeto *comando* que acepte el *input* como correcto devuelve al `CommandGenerator` otro objeto *comando* de la misma clase que él. El parseador pasará, a su vez, el objeto *comando* recibido al controlador. Los objetos *comando* para los cuales el *input* no es correcto devuelven el valor `null`. Si ninguna de las subclases concretas de comando acepta el *input* como correcto, es decir, si todas ellas devuelven `null`, el controlador informa al usuario de que el texto introducido no corresponde a ningún comando conocido. De esta forma, si el texto proporcionado por el usuario corresponde a un comando del sistema, el controlador obtiene del parseador `CommandGenerator` un objeto de la subclase que representa a ese comando y que puede, a su vez, ejecutar el comando.

Implementación

El código de la clase abstracta `Command` es el siguiente:

```
public abstract class Command {

    protected final String name;
    protected final String shortcut;
    private final String details ;
    private final String help;

    protected static final String incorrectNumArgsMsg = "Incorrect number of arguments";
    protected static final String incorrectArgsMsg = "Incorrect argument format";

    public Command(String name, String shortcut, String details, String help){
        this.name = name;
        this.shortCut = shortcut;
        this.details = details;
        this.help = help;
    }

    public abstract boolean execute(Game game);

    public abstract Command parse(String[] commandWords);

    protected boolean matchCommandName(String name) {
        return this.shortcut.equalsIgnoreCase(name) ||
            this.name.equalsIgnoreCase(name);
    }
}
```

³Una clase utilidad es aquella en la que todos los métodos son estáticos.

```

    public String helpText(){
        return details + " : " + help + "\n";
    }
}

```

De los métodos abstractos anteriores, `execute` se implementa invocando algún método con el objeto `game` pasado como parámetro y ejecutando alguna acción más. El método `parse` se implementa con un método que parsea el texto de su primer argumento (que es el texto proporcionado por el usuario por consola, dividido en palabras) y devuelve:

- o bien un objeto de una subclase de `Command`, si el texto que ha dado lugar al primer argumento se corresponde con el texto asociado a esa subclase,
- o el valor `null`, en otro caso.

La clase `CommandGenerator` contiene la siguiente declaración e inicialización de atributo:

```

private static Command[] availableCommands = {
    new ListCommand(),
    new HelpCommand(),
    new ResetCommand(),
    new ExitCommand(),
    new ListCommand(),
    new UpdateCommand(),
    new MoveCommand(),
    new ShockwaveCommand()
};

```

Este atributo se usa en los dos siguientes métodos de `CommandGenerator`:

- `public static Command parseCommand(String[] commandWords)`, que, a su vez, invoca el método `parse` de cada subclase de `Command`, tal y como se ha explicado anteriormente,
- `public static String commandHelp()`, que tiene una estructura similar al método anterior, pero invocando el método `helpText()` de cada subclase de `Command`. Este método es invocado por el método `execute` de la clase `HelpCommand`.

Una de las ventajas de usar el patrón *Command* es que es muy fácil y natural implementar el “Ctrl-Z” o `undo`. Al encapsular los comandos como objetos los podemos apilar y desapilar, yendo para adelante y para atrás en la historia del juego. No lo vamos a implementar en esta práctica pero seguro que durante tu carrera lo utilizas más de una vez.

Herencia y polimorfismo

Quizás la parte más frustrante y mayor fuente de errores de la primera práctica es tener que replicar código en los objetos del juego y en las listas de objetos. Esto lo vamos a resolver usando la herramienta básica de la programación orientada a objetos: la *herencia*. Para ello, se creará una jerarquía de clases que heredan de `GameObject`.

- La clase abstracta **GameObject** tendrá los atributos y métodos básicos para controlar la posición en el tablero y una referencia a la clase **Game**.
- De **GameObject** heredarán **Ship** y **Weapon**. La primera clase representará las naves del juego, mientras que la segunda representará los objetos que causan daño.
- La clase **EnemyShip**, que hereda de la clase **Ship**, representará todas las naves enemigas, incluyendo el Ovni. Entre otros elementos, esta clase deberá gestionar el movimiento de las naves y los puntos que se obtienen al ser destruidas por el jugador.
- De forma similar, la clase **UCMSHIP** también hereda de **Ship** y representará la nave que controla el jugador.
- La clase **AlienShip** es probablemente una de las clases más complicadas de la práctica. En particular, esta clase – junto con la clase **Ovni** – hereda de **EnemyShip** y representará las naves del juego que se mueven con un comportamiento grupal, es decir, todas en la misma dirección. Su movimiento seguirá las mismas reglas que fueron definidas en la práctica 1. Para representar este movimiento, se utilizará un atributo estático que represente el número de naves que deben realizar un determinado movimiento. Así, todos los objetos de esta clase compartirán el mismo atributo.
- Intuitivamente, las clases **RegularAlien** y **DestroyerAlien** heredarán de **AlienShip**, implementando su comportamiento.
- Finalmente, las clases **Bomb** y **UCMMissile** heredan de **Weapon**, representando el movimiento de los disparos realizados por las naves **DestroyerAlien** y **UCMSHIP**, respectivamente.
- La clase **Shockwave** también heredarán de **Weapon**; aunque no se mueva y tenga una forma de atacar diferente también lo podemos considerar como un arma. Si más adelante tuviéramos otros *power-ups* refinaremos la jerarquía de clases para tener armas con diferentes comportamientos.

Es importante remarcar que en esta versión de la práctica, la mayor parte de la lógica estará distribuida en los propios elementos del juego, quedando la clase **Game** liberada de esta tarea. De esta forma se consigue un diseño escalable, permitiendo añadir nuevos elementos en el juego de forma sencilla.

Adicionalmente, podemos utilizar la herencia para refactorizar el código de las listas. En esta práctica, utilizaremos una clase – llamada **GameObjectBoard** – que será la encargada de gestionar la lista de elementos de tipo **GameObject**. La clase **Game** sólo tendrá un atributo de tipo **GameObjectBoard** y otro de tipo **UCMSHIP**. Con estos dos atributos se gestionarán todos los elementos del juego, incluidos el Ovni, los disparos del jugador y las bombas lanzadas por las naves enemigas.

El hecho de emplear la palabra *board* no quiere decir que ahora vayamos a utilizar como tablero una matriz para gestionar los objetos; seguiremos usando una lista donde estarán todos los objetos de juego.

Detalles de implementación

Hay varios aspectos que van a cambiar radicalmente la estructura del código:

- Sólo tenemos un contenedor para todos los objetos.

- Desde el **Game** y el **board** sólo manejamos abstracciones de los objetos, por lo que no podemos distinguir quién es quién.
- Toda la lógica del juego estará en los objetos de juego. Cada clase concreta sabe sus detalles acerca de cómo se mueve, como ataca, como recibe ataque y cuando realiza *computer actions*.

Estas refactorizaciones son complejas y os vamos a dar ayuda; empecemos por la clase **Game**, la cual se encarga de demasiadas tareas en la práctica 1. En esta nueva versión, al igual que hemos hecho con el controlador, vamos a delegar su comportamiento a las demás clases. Veamos un fragmento de código.

```
public class Game implements IPlayerController{
    ....

    private Board board;
    private UCMSHIP player;
    ....

    public Game (Level level, Random random){
        this.rand = random;
        this.level = level;
        initializer = new BoardInitializer();
        initGame();
    }

    public void initGame () {
        currentCycle = 0;
        board = initializer .initialize (this, level );
        player = new UCMSHIP(this, DIM_X / 2, DIM_Y - 1);
        board.add(player);
    }
    ....

    public boolean aliensWin() {
        return !player.isAlive () || AlienShip.haveLanded();
    }

    private boolean playerWin () {
        return AlienShip.allDead();
    }

    public void update() {
        board.computerAction();
        board.update();
        currentCycle += 1;
    }
    ...
}
```

El nuevo **Game** mantiene una referencia al **player** y al **board** donde se almacenan los objetos de juego. Cuando tiene que hacer alguna acción, la delega a la clase correspondiente. Podríamos decir que el **Game** no hace absolutamente nada salvo delegar. De hecho el código de la clase **Game** es tan pequeño que os lo vamos a dar en los anexos casi completamente. Igual tu código difiere en alguna parte o en el nombre de algún método o atributo, puedes modificar el nuestro, o el tuyo, como te sea más cómodo; lo importante es que entiendas bien su función.

En el **Game** usamos una clase auxiliar para inicializar el juego. El **boardInitializer** se encarga de añadir los objetos en el juego dependiendo del nivel.

Si nos fijamos en la declaración del `Game` vemos que implementa un interfaz `IPlayerController`. Esta interfaz no es 100 % necesaria, pero nos ayuda a abstraer qué métodos son los necesarios para tratar la comunicación con el jugador. En realidad es lo que se conoce como *mixin*, una forma de incluir métodos de una clase en otra, sin que exista relación de herencia entre ellas.

```
public interface IPlayerController {  
  
    // Player actions  
    public boolean move (int numCells);  
    public boolean shootMissile();  
    public boolean shockWave();  
  
    // Callbacks  
    public void receivePoints(int points);  
    public void enableShockWave();  
    public void enableMissile();  
}
```

Vemos que hay dos tipos de métodos:

- Las acciones que puede hacer el jugador. Estas llamadas le llegan a través de los comandos del controlador.
- Los *callbacks*, que son las acciones de retorno. Por ejemplo cuando se habilita el *shockWave*, después de matar al *Omni*. *Callback* es un término muy común para denotar este tipo de funciones, que se llaman al final de unas determinadas acciones.

El `Game` debe implementar estos métodos del interfaz, aunque recuerda que no debe hacer nada más que delegar al objeto que le corresponda.

Vamos a usar otro interfaz para encapsular los métodos relacionados con los *ataques*. La clase `GameObject` implementa el interfaz `IAttack`. La idea es que todos los objetos del juego deben tener la posibilidad de atacar o ser atacados. Por ello, tenemos que implementar la posibilidad de recibir ataque por cada uno de los proyectiles.

```
public interface IAttack {  
    default boolean performAttack(GameElement other) {return false;};  
  
    default boolean receiveMissileAttack(int damage) {return false;};  
    default boolean receiveBombAttack(int damage) {return false;};  
    default boolean receiveShockWaveAttack(int damage) {return false;};  
}
```

Por defecto `performAttack` devuelve `false`, lo que quiere decir que el objeto de juego no hace daño (sólo hacen daño el misil, las bombas y el *shockwave*). Los *destroyers* no hacen daño, lo que hacen es lanzar bombas que son las que realmente hacen daño. Si un objeto de juego puede atacar, tendrá que sobrescribir el método e implementar la lógica de su ataque.

De igual manera todos los objetos pueden recibir daño de otro objeto. Por defecto no lo reciben. Pero, por ejemplo, los aliens y las bombas sí reciben daño del misil, o el *UCMSShip* y el misil sí reciben ataques de la bomba.

En el anexo además de parte de la implementación del `GameObject` también encontrarás las cabeceras de los métodos en la clase `GameObjectBoard`, donde se encapsula el comportamiento de la lista de los objetos de juego. Deberás rellenar esos métodos. Al igual que en el `Game`, esos métodos tienen muy poca lógica, toda la funcionalidad se delega a los objetos de juego.

Los objetos de juego que realizan acciones aleatorias, como tirar bombas, deberán implementar otro interfaz, llamado `IExecuteRandomActions`, donde se encapsulan como métodos estáticos los métodos para saber si ejecuta o no la acción. Este código también te lo damos para que lo uses donde sea necesario.

Uno de los objetos que implementa `IExecuteRandomActions` es el Ovni. Recomendamos siempre tener un ovni en el tablero, con atributo de estado para saber si está `enable` o `disable`. Así, podemos gestionar la aparición de un nuevo ovni desde el mismo objeto, ya que consistirá simplemente en habilitarlo, en lugar de añadir un nuevo objeto.

Extensión del juego

Incorporación de nuevos objetos de juego

En esta versión de la práctica vamos a hacer una pequeña ampliación:

- **Nave explosiva.** Las naves de tipo *común* pueden transformarse en una nave *explosiva* durante la partida. Si eso ocurre – esta nave – tras ser destruida, quita un punto de vida a todos los objetos que hay en una casilla adyacente (horizontal, vertical y diagonalmente). La probabilidad de que una nave *común* se transforme en nave *explosiva* es del 5 % y se calculará en la acción `computer action`. El movimiento, los puntos de daño y los puntos obtenidos al ser destruida, serán los mismos que los de la nave común. Sin embargo, se representará en pantalla con la letra E.
- **SuperMisil.** El jugador puede “comprar” un *supermisil* por 20 puntos. Para ello se deberá incluir el comando adicional `comprar supermisil`, el cual recibe un único argumento cuyo valor tiene que ser `supermisil`. En la interfaz de usuario se deberá mostrar el número de supermisiles que éste posee durante la partida, comenzando con cero supermisiles al inicio del juego. Además, se deberá modificar el comando `shoot` para que acepte un parámetro nuevo, en este caso *supermisil*, de forma que la nave pueda lanzar uno de los supermisiles comprados. En el caso de que el jugador ejecute este comando y no disponga de supermisiles, se mostrará por pantalla el correspondiente mensaje de error, de igual forma que si al comprar el supermisil, no se dispone de los puntos necesarios. El comportamiento del disparo normal será el mismo que el de la práctica 1. El supermisil actúa de forma similar al misil, salvo que, en este caso, causa dos puntos de daño a las naves enemigas. Una vez impacte con un proyectil enemigo o una nave, aunque ésta tenga un único punto de vida, el supermisil desaparece.

Si has hecho bien la parte I y II de la práctica esta extensión te tiene que resultar sencilla.

Serializar el juego

En Informática, el término *serialization* (en Español, serialización o secuenciación) se refiere la conversión del estado de ejecución de un programa, o parte del programa, en un flujo de bytes, habitualmente con el objetivo de guardarlo en fichero o transmitirlo por la red. El término *deserialization* se refiere al proceso inverso de reconstruir el estado de ejecución de un programa, o parte del programa, a partir de un flujo de bytes. Aquí nos interesa producir un flujo de bytes que representa el estado actual del juego — no nos hace falta representar el estado de ejecución completo del programa — con el objetivo de escribir este estado en, y leer este estado de, un fichero de texto. A menudo se utilizan los

términos *stringification/destringification* para referirse a la serialización / deserialización que trabaja con un flujo de texto. Obsérvese que la representación textual producida por el game printer en la primera parte de esta práctica no sería muy conveniente para realizar la deserialización.

Por tanto, en esta versión de la práctica vamos a permitir dos modos de pintado: *formatted* y *stringified*. El modo *formatted* es el que vimos en la práctica anterior, donde el juego se muestra como un tablero, mientras que en el modo *stringified* mostramos más información como texto plano sin formato. Esta nueva forma de pintado nos servirá para hacer *debug* del juego y, como veremos en la siguiente sección, para poder salvar el juego en un fichero.

También crearemos un nuevo comando `stringify` que envía el estado del juego serializado como texto a la salida estándar para que se muestre en pantalla. El formato de esta serialización como texto será el siguiente:

- La primera línea será siempre `--- Space Invaders v2.0 ---`
- La segunda línea es una línea en blanco
- La tercera línea dará información sobre el `Game`: `G;totalCycles`
- La cuarta línea dará información sobre el `Level`: `L;level`
- Después, en cada línea, daremos información sobre los objetos de juego que estén en el tablero:
 - Ovni: `O;x;y;live`
 - Regular alien: `R;x,y;live;cyclesNextAlienMove;dir`
 - Destroyer alien: `D;x,y;live;cyclesNextAlienMove;dir`
 - Explosive alien: `E;x,y;live;cyclesNextAlienMove;dir`
 - Bomb: `B;x,y`
 - Missile: `M;x,y`
 - Supermissile: `X;x,y`
 - UCMSHIP (player): `P;x,y;live;points;hasShock;superMissiles`⁴

Nótese que el comando `stringify` no cambia el estado del juego. Simplemente vuelca la información en la consola. Para implementar esta funcionalidad se recomienda hacer los siguientes cambios.

- Renombraremos el `GamePrinter` de la práctica anterior a `BoardPrinter` y hacemos que herede de una nueva clase abstracta `GamePrinter`.
- Programamos la nueva clase `Stringifier` que también heredará de la clase abstracta `GamePrinter`.
- Para desacoplar la vista de la lógica de la aplicación haremos que el `Game` no dependa del `GamePrinter`, así que eliminaremos cualquier referencia a `GamePrinter` en la clase `Game`.

⁴si, en tu solución, se permite la posesión un solo supermissile, substituye el `int superMissiles` por un booleano `hasSuperMissile`

- En cada bucle del juego, cuando haya que repintar, el controlador ejecutará la instrucción:

```
System.out.println(printer);
```

El tipo declarado del atributo `printer` será `GamePrinter` y, normalmente, el tipo real será `BoardPrinter`, para que la impresión salga como en la primera práctica.

- Finalmente, crearemos un nuevo comando para implementar la serialización como texto (volcado a pantalla), `StringifyCommand`, que añadiremos a la lista de comandos disponibles. El método `execute()` de la clase `StringifyCommand` contendrá la misma línea de código que el controlador pero esta vez, el tipo real será `Stringifier`.

Para gestionar los diferentes printers, podríamos crear una clase `PrinterGenerator`, muy parecido al `CommandGenerator` utilizado para gestionar los comandos. Sin embargo, en este caso, al contrario del caso de los comandos, no es el usuario externo quien proporciona el tipo de printer que se quiere usar y, por tanto, esta información no viene en forma de cadena de caracteres que se tendrá que pasar a un método `parse`. Vamos a gestionar los diferentes printers con un `enum`, cuyo código se proporciona en los anexos:

```
public enum PrinterTypes {
    BOARDPRINTER("boardprinter",
        "prints the game formatted as a board of dimension: ",
        new BoardPrinter()),
    STRINGIFIER("stringifier",
        "prints the game as plain text",
        new Stringifier());

    ...
    private GamePrinter printerObject;

    private PrinterTypes(String name, String text, GamePrinter printer) {
        ...
    }

    public static String printerHelp(Game game) {
        ...
    }

    public GamePrinter getObject(Game game) {
        printerObject.setGame(game);
        return printerObject;
    }
}
```

Esta clase se usará en las clases `Controller` y `StringifyCommand` para imprimir el estado del juego con el formato correspondiente. Aprovechando la existencia del método `printerHelp`, vamos a añadir un nuevo comando `ListPrintersCommand` que nos liste los printers disponibles, de la siguiente manera:

```
Command > listPrinters
boardprinter : prints the game formatted as a board of dimension: 9x8
stringifier  : prints the game as plain text
```

Manejo de excepciones

El tratamiento de excepciones en Java resulta muy útil para controlar determinadas situaciones del juego en tiempo de ejecución como, por ejemplo, mostrar información relevante al usuario sobre la ejecución de un comando. En la práctica anterior, cada comando invocaba el método correspondiente – de la clase *Controller* o de la clase *Game* – para poder llevar a cabo las operaciones necesarias. Por ejemplo, en el caso de no poder disparar el misil, se devolvía un valor de tipo `boolean` con valor `false`. De esta forma, el juego podía controlar que el misil no se había añadido, pero no se indicaba el motivo exacto.

En esta práctica vamos a trabajar con el manejo de excepciones, de forma que cada clase pueda lanzar y procesar determinadas excepciones para tratar determinadas situaciones durante el juego. En algunos casos, estas situaciones consistirán únicamente en proporcionar un mensaje al usuario, mientras que en otras su tratamiento será más complejo. Cabe destacar que en esta sección no se van a tratar las excepciones relativas a los ficheros, las cuales serán explicadas en detalle en la sección siguiente.

Inicialmente se van a manejar las excepciones lanzadas por el sistema, es decir, aquellas que no son creadas ni lanzadas por el usuario. Al menos, debe tratarse la siguiente excepción:

- `NumberFormatException`, que será lanzada cuando ocurra un error al transformar un número de formato `String` a formato `int`.

Además, se deberán crear dos excepciones: *CommandParseException* y *CommandExecuteException*. La primera de ellas tratará los errores producidos al parsear un comando, es decir, aquéllos producidos durante la ejecución del método *parse*, tales como “comando desconocido” o “parámetros incorrectos”. La segunda se utilizará para tratar las situaciones de error al ejecutar el método *execute* de un comando como, por ejemplo, que la nave del usuario no puede desplazarse en la dirección introducida por el usuario.

Implementación

Con la introducción de las excepciones, es fácil hacer que el controlador imprima todos los mensajes de error sin tener que pasar el controlador como argumento a los métodos *parse* and *execute* de las distintas subclases de `Command`⁵. Además, puesto que ahora se van a tratar las situaciones de error tanto en el procesamiento como en la ejecución de los comandos, los mensajes de error mostrados al usuario serán mucho más descriptivos que en la práctica anterior. Básicamente, los cambios a realizar serán los siguientes:

1. Asegurar que el controlador puede capturar las excepciones lanzadas por los métodos *execute* y *parse* de la clase `Command`.
2. Incluir el tratamiento de excepciones en las clases correspondientes para que puedan ser capturadas por el controlador y el mensaje correspondiente impreso por pantalla. Recuerda que no hace falta incluir las excepciones de sistema que son subclases de `RuntimeException` (p.ej. `NumberFormatException`) en las cláusulas *throws*.

Ahora todos los mensajes se imprimen desde el método *run* del controlador⁶, cuyo cuerpo se asemejará al código siguiente:

⁵Para los mensajes de error, se debería usar `System.err.println` en vez de `System.out.println` (es decir, escribir al error estándar en vez de a la salida estándar), aún si Eclipse mezcla los dos flujos de salida de una manera un poco confusa.

⁶Todavía vamos a permitir que los comandos que producen una salida de texto, es decir, *help*, *list*, *listprinters* y *stringify*, impriman esta salida directamente, en vez de pasarla al controlador para imprimir; del mismo modo, permitiremos a los comandos para tratar con ficheros (ver la siguiente sección) imprimir mensajes para confirmar que la interacción con el fichero ha tenido lugar con éxito.

```

System.out.println(printer);
while (!game.isFinished()){
    System.out.print(PROMPT);
    String[] words = in.nextLine().trim().split ("\\s+");
    try {
        Command command = CommandGenerator.parse(words);
        if (command != null)
            if (command.execute(game)) System.out.println(printer);
        else
            System.out.println(unknownCommandMsg);
    } catch (CommandParseException | CommandExecuteException ex) {
        System.err.format(ex.getMessage() + " %n %n");
    }
}

```

Mejorar la calidad del código

Para mejorar la calidad del código, se deben tener en cuenta las siguientes observaciones:

- Una excepción pasa por una cadena de llamadas desde el método donde se lanza hasta el método donde se recoge. Surge la pregunta: ¿en cuál de los métodos se debería lanzar y en cuál recoger? Por ejemplo, supongamos que un método *m1* llama a un método *m2* que llama a un método *m3* y se puede producir un error en la ejecución del método *m3* que queremos tratar en el método *m1*. Cuando ocurre el error en cuestión, hay dos políticas posibles:
 - m3* devuelve una indicación de error (no lanza una excepción), digamos el valor `false`, a *m2*, *m2* lanza una excepción al recibir el valor de retorno `false` de *m3*, *m1* recoge la excepción.
 - m3* lanza una excepción cuando ocurre el error, *m2* no recoge la excepción, *m1* recoge la excepción.

La implementación más coherente con la filosofía de las excepciones es la segunda. Observa que en consecuencia no se debe devolver un valor booleano cuando ocurre un error sino lanzar una excepción, lo que implica modificar el interfaz `IPlayerController`.

- Hay circunstancias en las que es buena práctica recoger una excepción de bajo nivel para a continuación lanzar una excepción de alto nivel que envuelve la de bajo nivel (y que contiene un mensaje menos específico que el de la excepción de bajo nivel). Si ya has implementado la segunda opción del punto anterior, sería buena práctica lanzar una excepción de bajo nivel donde ocurre un error en la ejecución de un comando y recogerla en el método `execute()` del comando correspondiente para a continuación lanzar un `CommandExecuteException` que la envuelve.

Ejemplos de ejecución

En esta sección se muestran algunos ejemplos de tratamiento de errores:

La ejecución con un número incorrecto de parámetros (0 o más que 2) produce el mensaje siguiente:

```
Usage: Main <EASY|HARD|INSANE> [seed]
```

La ejecución con el parámetro *difficult* produce el mensaje siguiente:

```
Usage: Main <EASY|HARD|INSANE> [seed]: level must be one of: EASY, HARD, INSANE
```

La ejecución con los parámetros *easy XL* produce el mensaje siguiente (después de capturar una *RuntimeException*):

```
Usage: Main <EASY|HARD|INSANE> [seed]: the seed must be a number
```

Algunas otros errores que se deberían tratar con excepciones son los siguientes:

```
Command > shockwave
Failed to shoot
Cause of Exception:
  pr2.exceptions.NoShockwaveException: Cannot release shockwave: no shockwave available

Command > shoot
Failed to shoot
Cause of Exception:
  pr2.exceptions.MissileInFlightException: Cannot fire missile: missile already exists on board

Command > move left 1
Failed to move
Cause of Exception:
  pr2.exceptions.OffWorldException: Cannot perform move: ship too near border
```

Ficheros

Seguidamente, añadiremos una nueva funcionalidad que consistirá en poder guardar y cargar partidas almacenadas en ficheros de texto. Para permitir guardar el estado de una partida en un fichero, así como cargar el estado de una partida previamente guardada, se van a crear dos comandos nuevos, **SaveCommand** y **LoadCommand**, tal que:

- `save fileName` guardará el estado actual de la partida en el fichero *fileName*. Hay que tener en cuenta que *fileName* es 'case-sensitive' y, por lo tanto, distingue entre mayúsculas y minúsculas.
- `load fileName` cargará la partida almacenada en el fichero *fileName*.

Se debe tener en cuenta que durante una misma partida se pueden guardar varios estados del juego, es decir, que se debe poder permitir al usuario guardar varios estados de la partida durante el transcurso de la misma utilizando, o no, ficheros diferentes. En el caso de que ya exista un fichero con el mismo nombre, se sobrescribirá el mismo.

Implementación

Vamos a utilizar la funcionalidad de **Stringifier** que hemos descrito en el apartado anterior para guardar la información en un fichero.

El manejo de ficheros implica el uso de nuevos tipos de excepciones, tanto del sistema, como las definidas por el usuario. Por ello, se deberá crear una nueva excepción **FileContentsException** y lanzarla en caso de detectar un problema en el contenido del fichero, como por ejemplo, leer un *level* desconocido.

En Java existen muchos mecanismos para manejar ficheros. En esta práctica usaremos flujos de caracteres en lugar de flujos de bytes. En particular, recomendamos el uso de **BufferedWriter** y **FileWriter** para escribir en un fichero, y **BufferedReader** y **FileReader** para leer de un fichero. Además, se recomienda el uso de bloques *try-with-resources* para el código donde se abre el fichero, capturando **IOException** en cada uno de los métodos **execute()** de las clases **LoadCommand** y **SaveCommand**.

Para poder guardar el estado de una partida, deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- El método *execute()* de la clase **SaveCommand** debe hacer lo siguiente:
 - Para simplificar, no hace falta comprobar que el texto proporcionado por el usuario pueda ser un nombre de fichero válido, donde esta noción depende del sistema operativo, ni que el programa tenga permisos de escritura. Si ocurre alguno de estos problemas al guardar un fichero, el sistema lanzará una excepción cuyo mensaje puede, o no, ayudarnos a saber cuál ha sido la causa.
 - Añadir la extensión `'.dat'` al nombre sin extensión proporcionado por el usuario. Si un fichero con este nombre ya existe, se sobreescribirá.
 - Crear un **FileWriter** y un **BufferedWriter** que lo envuelve.
 - Utilizar el **Stringifier** que hemos programado en la sección anterior para generar un **String** con los datos del juego y volcarlos en el fichero.
- En caso de haber podido guardar el estado del juego en fichero con éxito, se debe imprimir el mensaje:
"Game successfully saved in file *<nombre_proporcionado_por_el_usuario>.dat*. Use the load command to reload it".

Para poder cargar el estado de una partida, deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- El método *execute()* de la clase **LoadCommand** debe hacer lo siguiente:
 - Para simplificar, no hace falta comprobar que el texto proporcionado por el usuario pueda ser un nombre de fichero válido, donde esta noción depende del sistema operativo, ni que el fichero se pueda leer. Si ocurre alguno de estos problemas al cargar un fichero, el sistema lanzará una excepción cuyo mensaje puede, o no, ayudarnos a saber cuál ha sido la causa. Para tratar el caso de un nombre de fichero que no corresponde a ningún fichero, se puede recoger la excepción **FileNotFoundException** un tipo de **IOException**.
 - Crear un **FileReader** y un **BufferedReader** que lo envuelve.
 - Leer la cabecera, que consta del mensaje `“--- Space Invaders v2.0 ---”`. En un contexto real, probablemente también aceptaría cabeceras de algunas versiones anteriores.
 - Leer una línea en blanco
 - Invocar un método llamado *load()* de la clase **Game**, pasándole el **BufferedReader**.
- En el cuerpo del método *load* de la clase **Game** se lee y se almacena el número de ciclos y el nivel.
- A continuación, el método *load* de la clase **Game** contiene el código siguiente:

```
loading = false;
line = inStream.readLine().trim();
while( line != null && !line.isEmpty() ) {
    GameElement gameElement = GameElementGenerator.parse(line, this, verifier);
    if (gameElement == null)
        throw new FileContentsException("invalid file, unknown line prefix");
    board.add(gameElement);
    line = inStream.readLine().trim();
}
```

El parecido entre este fragmento de código y la parte del código del método `run` de la clase `Controller` en la que se llama al método `parse` de la clase `CommandGenerator` no es accidental. El parecido resulta más evidente al ver el código de la clase `GameObjectGenerator`:

```
public class GameObjectGenerator {

    private static GameObject[] availableGameObjects = {
        new UCMShip(),
        new Ovni(),
        new RegularAlien(),
        new DestroyerAlien(),
        new ExplosiveAlien(),
        new ShockWave(),
        new Bomb(),
        new Missile()
        new Supermissile()
    };

    public static GameObject parse(String stringFromFile, Game game, FileContentsVerifier
        verifier)
        throws FileContentsException {
        GameObject gameObject = null;
        for (GameObject go: availableGameObjects) {
            gameObject = go.parse(stringFromFile, game, verifier);
            if (gameObject != null) break;
        }
        return gameObject;
    }
}
```

- ¿Para qué sirve el atributo `loading` que aparece en el código del método `load` de la clase `Game`? Si una subclase de `GameObject` quiere reinicializar atributos estáticos cuando se carga un estado de juego desde fichero, querrá saber cuándo empieza la carga de las instancias de esta clase. Esto se puede conseguirse manipulando el valor del atributo `loading` mediante unos métodos que debe proporcionar el `game` para este fin.
- En caso de ocurrir un problema a la hora de cargar un fichero, el método `execute()` de la clase `LoadCommand` debe recoger la excepción lanzada y envolverla en un `CommandExecuteException`.

Hay circunstancias en las que es buena práctica recoger excepciones de bajo nivel para a continuación lanzar una excepción de alto nivel⁷.

- El método `load()` de `Game`, así como los métodos llamados desde este método, pueden comprobar la coherencia de los datos leídos y, en caso de haber un problema, lanzar un `FileContentsException`, que será recogida por el método `execute()` de la clase `LoadCommand`. Para facilitar esta tarea, en los anexos proporcionamos el código de la clase `FileContentsVerifier`.
- En caso de haber podido cargar el estado del juego de fichero con éxito, se debe

⁷Tal vez habrás visto ejemplos de mala práctica a este respecto, en forma de aplicaciones de comercio electrónico en web que imprimen para el usuario un mensaje de tipo "SQL error..."; al usuario no le importa este nivel de detalle de implementación.

imprimir el mensaje:

"Game successfully loaded from file <nombre_proporcionado_por_el_usuario>".

- La relación entre cada instancia de la clase **Bomb** e una instancia de la clase **DestroyerShip** (su creador) es una parte del estado del juego. Al escribir el estado del juego en fichero, si no se almacena la información de la relación entre bombas y destroyers, al leer el estado del juego desde fichero y seguir jugando, el comportamiento del juego no será correcto. Hay distintas maneras de almacenar esta información y el profesor de laboratorio os guiará al respecto.

Mejorar la calidad del código

Para mejorar la calidad del código, se deben tener en cuenta las siguientes observaciones:

1. Al cargar un fichero con datos inválidos, la aplicación no debería parar su ejecución (o bloquearse) y tampoco debería quedarse en un estado incoherente. Para evitar que se produzcan estados incoherentes, el método `load` de `Game` debería almacenar los datos del game que se quieren cargar en una copia de seguridad (en memoria) antes de empezar a cargarlos. De este modo, cuando se produzca una excepción debido a que el contenido del fichero sea incorrecto, en el método `load` de `Game`, se podrá recoger esta excepción, reponer el estado anterior del game a partir de la copia de seguridad y a continuación relanzar la misma excepción (para que se recoja más arriba en la pila de llamadas).

Anexos a la Práctica 2

```
% !TEX encoding = IsoLatin9
package /* nombre de paquete */;

import /* clases importadas */

public class Game implements IPlayerController{
    public final static int DIM_X = 9;
    public final static int DIM_Y = 8;

    private int currentCycle;
    private Random rand;
    private Level level;

    GameObjectBoard board;

    private UCMSHIP player;

    private boolean doExit;
    private BoardInitializer initializer ;

    public Game (Level level, Random random){
        this.rand = random;
        this.level = level;
        initializer = new BoardInitializer();
        initGame();
    }

    public void initGame () {
        currentCycle = 0;
        board = initializer .initialize (this, level );
        player = new UCMSHIP(this, DIM_X / 2, DIM_Y - 1);
        board.add(player);
    }

    public Random getRandom() {
        return rand;
    }

    public Level getLevel() {
        return level;
    }

    public void reset() {
        initGame();
    }

    public void addObject(GameObject object) {
        board.add(object);
    }

    public String positionToString( /* coordenadas */ ) {
        return board.toString( /* coordenadas */ );
    }

    public boolean isFinished() {
        return playerWin() || aliensWin() || doExit;
    }

    public boolean aliensWin() {
```

```
        return !player.isAlive () || AlienShip.haveLanded();
    }

    private boolean playerWin () {
        return AlienShip.allDead();
    }

    public void update() {
        board.computerAction();
        board.update();
        currentCycle += 1;
    }

    public boolean isOnBoard( /* coordenadas */ ) {
        return /* condicion de rango sobre las coordenadas */ ;
    }

    public void exit() {
        doExit = true;
    }

    public String infoToString() {
        return /* cadena estado—juego para imprimir junto con el tablero */;
    }

    public String getWinnerMessage () {
        if (playerWin()) return "Player win!";
        else if (aliensWin()) return "Aliens win!";
        else if (doExit) return "Player exits the game";
        else return "This should not happen";
    }

    // TODO implementar los metodos del interfaz IPlayerController
}
```

```
package /* nombre de paquete */;

import /* clases importadas */

public class BoardInitializer {

    private Level level;
    private GameObjectBoard board;
    private Game game;

    public GameObjectBoard initialize(Game game, Level level) {
        this.level = level;
        this.game = game;
        board = new GameObjectBoard(Game.DIM_X, Game.DIM_Y);

        initializeOvni ();
        initializeRegularAliens ();
        initializeDestroyerAliens ();
        return board;
    }

    private void initializeOvni () {
        // TODO implement
    }

    private void initializeRegularAliens () {
        // TODO implement
    }

    private void initializeDestroyerAliens () {
        // TODO implement
    }
}
```

```
package /* nombre de paquete */;

public interface IPlayerController {

    // PLAYER ACTIONS
    public boolean move (int numCells);
    public boolean shootMissile();
    public boolean shockWave();

    // CALLBACKS
    public void receivePoints(int points);
    public void enableShockWave();
    public void enableMissile();
}
```

```
package /* nombre de paquete */

import /* clases importadas */

public abstract class GameObject implements IAttack {
    protected /* coordenadas */;
    protected int live;
    protected Game game;

    public GameObject( Game game, /* coordenadas iniciales */, int live) {
        /* almacenar coordenadas iniciales */
        this.game = game;
        this.live = live;
    }

    /* métodos que devuelven el valor de las coordenadas */

    public boolean isAlive() {
        return this.live > 0;
    }

    public int getLive() {
        return this.live;
    }

    public boolean isOnPosition( /* otras coordenadas */ ) {
        return /* coordenadas = otras coordenadas */ ;
    }

    public void getDamage (int damage) {
        this.live = damage >= this.live ? 0 : this.live - damage;
    }

    public boolean isOut() {
        return !game.isOnBoard( /* coordenadas */ );
    }

    public abstract void computerAction();
    public abstract void onDelete();
    public abstract void move();
    public abstract String toString();
}
```

```
package /* nombre de paquete */;

public interface IAttack {
    default boolean performAttack(GameObject other) {return false;};

    default boolean receiveMissileAttack(int damage) {return false;};
    default boolean receiveBombAttack(int damage) {return false;};
    default boolean receiveShockWaveAttack(int damage) {return false;};
}
```

```
package /* nombre de paquete */;

import /* clases importadas */

public interface IExecuteRandomActions {

    static boolean canGenerateRandomOvni(Game game){
        return game.getRandom().nextDouble() < game.getLevel().getOvniFrequency();
    }

    static boolean canGenerateRandomBomb(Game game){
        return game.getRandom().nextDouble() < game.getLevel().getShootFrequency();
    }

}
```

```
package /* nombre de paquete */

import /* clases importadas */

public class GameObjectBoard {
    private GameObject[] objects;
    private int currentObjects;

    public GameObjectBoard (int width, int height) {
        // TODO implement
    }

    private int getCurrentObjects () {
        // TODO implement
    }

    public void add (GameObject object) {
        // TODO implement
    }

    private GameObject getObjectInPosition ( /* coordenadas */ ) {
        // TODO implement
    }

    private int getIndex( /* coordenadas */ ) {
        // TODO implement
    }

    /* si vuestra solución requiere que sea public, se puede cambiar */
    private void remove (GameObject object) {
        // TODO implement
    }

    public void update() {
        // TODO implement
    }

    private void checkAttacks(GameObject object) {
        // TODO implement
    }

    public void computerAction() {
        // TODO implement
    }

    private void removeDead() {
        // TODO implement
    }

    public String toString( /* coordenadas */ ) {
        // TODO implement
    }
}
```



```
package /* nombre de paquete */ ;

public enum Level {

    EASY(4, 2, 0.2, 3, 0.5, 1),
    HARD(8, 4, 0.3, 2, 0.2, 2),
    INSANE(12, 4, 0.5, 1, 0.1, 3);

    private int numRegularAliens;
    private int numDestroyerAliens;
    private int numCyclesToMoveOneCell;
    private double ovniFrequency;
    private double shootFrequency;
    private int numRowsOfRegularAliens;
    private int turnExplodeFrequency = 0,05; // actualmente no depende del nivel

    private Level(
        int numRegularAliens,
        int numDestroyerAliens,
        double shootFrequency,
        int numCyclesToMoveOneCell,
        double ovniFrequency,
        int numRowsOfRegularAliens)
    {
        this.numRegularAliens = numRegularAliens;
        this.numDestroyerAliens = numDestroyerAliens;
        this.shootFrequency = shootFrequency;
        this.numCyclesToMoveOneCell = numCyclesToMoveOneCell;
        this.ovniFrequency = ovniFrequency;
        this.numRowsOfRegularAliens = numRowsOfRegularAliens;
    }

    public int getNumRegularAliens() {
        return numRegularAliens;
    }

    public int getNumDestroyerAliens() {
        return numDestroyerAliens;
    }

    public double getShootFrequency() {
        return shootFrequency;
    }

    public int getNumCyclesToMoveOneCell() {
        return numCyclesToMoveOneCell;
    }

    public double getOvniFrequency() {
        return ovniFrequency;
    }

    public int getNumRowsOfRegularAliens() {
        return numRowsOfRegularAliens;
    }

    public int getNumRegularAliensPerRow() {
        return numRegularAliens / numRowsOfRegularAliens;
    }
}
```

```
public int getNumDestroyerAliensPerRow() {  
    return getNumDestroyerAliens();  
}  
  
public static Level parse(String cadenaEntrada) {  
    for (Level level : Level.values())  
        if (level.name().equalsIgnoreCase(cadenaEntrada))  
            return level;  
    return EASY;  
}  
  
public double getTurnExplodeFrequency(){  
    return turnExplodeFrequency;  
}  
}
```

```
package /* nombre de paquete */;

/* clases importadas */

public enum PrinterTypes {

    BOARDPRINTER("boardprinter",
        "prints the game formatted as a board of dimension: ",
        new BoardPrinter()),
    STRINGIFIER("stringifier",
        "prints the game as plain text",
        new Stringifier());

    private String printerName;
    private String helpText;
    private GamePrinter printerObject;

    private PrinterTypes(String name, String text, GamePrinter printer) {
        printerName = name;
        helpText = text;
        printerObject = printer;
    }

    public static String printerHelp(Game game) {
        String helpString = "";
        for (PrinterTypes printer : PrinterTypes.values())
            helpString += String.format("%s : %s%s%n", printer.printerName, printer.helpText,
                (printer == BOARDPRINTER ? Game.DIM_X + " x " + Game.DIM_Y : ""));
        return helpString;
    }

    // Assumes a max of one object of each printer type is needed (otherwise return a copy)
    public GamePrinter getObject(Game game) {
        printerObject.setGame(game);
        return printerObject;
    }

}
```

```
package /* nombre de paquete */;

/* clases importadas */

public class GameObjectGenerator {

    private static GameObject[] availableGameObjects = {
        new UCMSHIP(),
        new Ovni(),
        new RegularAlien(),
        new DestroyerAlien(),
        new ExplosiveAlien(),
        new ShockWave(),
        new Bomb(),
        new Missile()
        new Supermissile()
    };

    public static GameObject parse(String stringFromFile, Game game, FileContentsVerifier verifier)
        throws FileContentsException {
        GameObject gameObject = null;
        for (GameObject go: availableGameObjects) {
            gameObject = go.parse(stringFromFile, game, verifier);
            if (gameObject != null) break;
        }
        return gameObject;
    }
}
```

```

package /* nombre de paquete */;

/* clases importadas */

public class FileContentsVerifier {

    public static final String separator1 = ";";
    public static final String separator2 = ",";
    public static final String labelRefSeparator = " - ";

    private String foundInFileString = "";

    private void appendToFoundInFileString(String linePrefix) {
        foundInFileString += linePrefix;
    }

    // Don't catch NumberFormatException.
    public boolean verifyCycleString(String cycleString) {
        String[] words = cycleString.split(separator1);
        appendToFoundInFileString(words[0]);
        if (words.length != 2
            || !verifyCurrentCycle(Integer.parseInt(words[1])))
            return false;
        return true;
    }

    public boolean verifyLevelString(String levelString) {
        String[] words = levelString.split(separator1);
        appendToFoundInFileString(words[0]);
        if (words.length != 2
            || !verifyLevel(Level.parse(words[1])))
            return false;
        return true;
    }

    // Don't catch NumberFormatException.
    public boolean verifyOvniString(String lineFromFile, Game game, int armour) {
        String[] words = lineFromFile.split(separator1);
        appendToFoundInFileString(words[0]);
        if (words.length != 3) return false;
        String[] coords = words[1].split(separator2);
        if ( ! verifyCoords(Integer.parseInt(coords[0]), Integer.parseInt(coords[1]), game)
            || !verifyLives(Integer.parseInt(words[2]), armour) )
            return false;
        return true;
    }

    // Don't catch NumberFormatException.
    public boolean verifyPlayerString(String lineFromFile, Game game, int armour) {
        String[] words = lineFromFile.split(separator1);
        appendToFoundInFileString(words[0]);
        if (words.length != 5) return false;

        String[] coords = words[1].split(separator2);

        if ( ! verifyCoords(Integer.parseInt(coords[0]), Integer.parseInt(coords[1]), game)
            || !verifyLives(Integer.parseInt(words[2]), armour)
            || !verifyPoints(Integer.parseInt(words[3]))
            || !verifyBool(words[4]) )
            return false;
    }
}

```

```

    return true;
}

// Don't catch NumberFormatException.
public boolean verifyAlienShipString(String lineFromFile, Game game, int armour) {
    String[] words = lineFromFile.split(separator1);
    appendToFoundInFileString(words[0]);
    if (words.length != 5) return false;

    String[] coords = words[1].split(separator2);

    if ( !verifyCoords(Integer.parseInt(coords[0]), Integer.parseInt(coords[1]), game)
        || !verifyLives(Integer.parseInt(words[2]), armour)
        || !verifyCycleToNextAlienMove(Integer.parseInt(words[3]), game.getLevel())
    // supposes that Direction is an enum with a parse method (similar to that of the Level enum)
        || !verifyDir(Direction.parse(words[4])) ) {
        return false;
    }
    return true;
}

// Don't catch NumberFormatException.
public boolean verifyWeaponString(String lineFromFile, Game game) {
    String[] words = lineFromFile.split(separator1);
    if (words.length != 2) return false;

    appendToFoundInFileString(words[0]);
    String[] coords = words[1].split(separator2);

    if ( !verifyCoords(Integer.parseInt(coords[0]), Integer.parseInt(coords[1]), game) )
        return false;
    return true;
}

public boolean verifyRefString(String lineFromFile) {
    String[] words = lineFromFile.split(labelRefSeparator);
    if (words.length != 2 || !verifyLabel(words[1])) return false;
    return true;
}

public static boolean verifyLabel(String label) {
    return Integer.parseInt(label) > 0;
}

public static boolean verifyCoords(int x, int y, Game game) {
    return game.isOnBoard(x, y);
}

public static boolean verifyCurrentCycle(int currentCycle) {
    return currentCycle >= 0;
}

public static boolean verifyLevel(Level level) {
    return level != null;
}

// supposes that Direction is an enum
public static boolean verifyDir(Direction dir) {
    return dir != null;
}

```

```
public static boolean verifyLives(int live, int armour) {
    return 0 < live && live <= armour;
}

public static boolean verifyPoints(int points) {
    return points >= 0;
}

public static boolean verifyCycleToNextAlienMove(int cycle, Level level) {
    return 0 <= cycle && cycle <= level.getNumCyclesToMoveOneCell();
}

// parseBoolean converts any string different from "true" to false.
public static boolean verifyBool(String boolString) {
    return boolString.equals("true") || boolString.equals("false");
}

public boolean isMissileOnLoadedBoard() {
    return foundInFileString.toUpperCase().contains("M");
}

// Use a regular expression to verify the string of concatenated prefixes found
public boolean verifyLines() {
    // TO DO: compare foundInFileString with a regular expression
    return true;
}

// text explaining allowed concatenated prefixes
public String toString() {
    // TO DO
    return "";
}
}
```

```

/*
    ---- Código para el save y load de la relación entre bombas y destroyers ----

    ***** COMÚN *****
*/

/* En la clase GameObject */

    public static final String labelRefSeparator = " - ";
    protected int label = 0;

/*
    ***** LOAD *****
*/

/* En la clase Bomb */

    private int ownerRef;

    // Durante el parse

    ownerRef = Integer.parseInt(splitOnRef[1]);
    // ...
    // call to getBombOwner assumes owner already destringified (so ref points to valid object)
    return new Bomb(game, x, y, game.getBombOwner(ownerRef));

/* En la clase Game */

    // If wish to avoid encapsulation—breaking during the construction of the program state
    // put bombs on board without owner and call a findMatch() method for each gameObject
    public DestroyerAlien getBombOwner(int ref) {
        return (DestroyerAlien) board.getLabelOwner(ref); // ugly cast
    }

/* En la clase GameObjectBoard */

    // If wish to avoid encapsulation—breaking during the construction of the program state
    // put bombs on board without owner and call a findMatch() method for each gameObject
    public GameObject getLabelOwner(int ref) {
        for (int i=0; i<currentObjects; i++) {
            if (objects[i].isOwner(ref))
                return objects[i];
        }
        return null;
    }

/* En la clase GameObject */

    public boolean isOwner(int ref) {
        return label == ref;
    }

/* En la clase Destroyer Alien */

    public boolean isOwner(int ref) {
        boolean itsMe = super.isOwner(ref);
        if (itsMe) canShootBomb = false;
        return itsMe;
    }

```



```

/*
                                ***** SAVE *****
*/

/* En la clase DestroyerAlien */

    private static int currentSerialNumber;

    private void initialiseLabelling () {
        currentSerialNumber = 1;
    }

    private String generateStringifyLabel() {
        label = currentSerialNumber;
        currentSerialNumber++;
        return labelRefSeparator + label;
    }

    public String stringify () {
        if (! game.isStringifying ()) {
            game.setStringifying ();
            initialiseLabelling ();
        }
        return super.stringify() + generateStringifyLabel();
    }

/* En la clase Bomb */

    // call to getLabel assumes owner already stringified (so label already generated)
    public String generateSerialRef() {
        return labelRefSeparator + owner.getLabel();
    }

    public String stringify () {
        return super.stringify() + ( owner.isALive() ? generateSerialRef() : "" );
    }

/* En la clase GameObject */

    public int getLabel() {
        return label;
    }

/* En la clase Game */

    private boolean stringifying = false;

    public void setStringifying() {
        stringifying = true;
    }

    public boolean isStringifying() {
        return stringifying;
    }

    public String stringify () {
        stringifying = false;
        // ...
    }

```