



## LA REPRESENTACIÓN DEL TRABAJO COMO HILO CONDUCTOR DE LA SIMULACIÓN: EL CASO DEL PROYECTO DE UN CENTRO DE OPERACIONES INTEGRADO EN LA INDUSTRIA PETROLERA

Barbara de Macedo Passos Oggioni<sup>1\*</sup>

Francisco José de Castro Moura Duarte<sup>2</sup>

### Resumen

---

La simulación, en ergonomía, se caracteriza por una variedad de enfoques que difieren según los objetivos y modalidades deseados. A menudo se emplean dos tipos principales de simulación: la simulación de ingeniería y la simulación de trabajo. Mientras que el primero busca predecir el comportamiento futuro de un sistema productivo, centrándose en aspectos cuantitativos, el segundo se centra en el proceso de trabajo y las dificultades a las que se enfrentan los trabajadores.

En el enfoque de simulación de trabajo, el objetivo es comprender el proceso de trabajo y sus características, con el objetivo de producir conocimiento sobre situaciones que aún no existen. La simulación se convierte en una herramienta esencial durante el proceso de diseño, ya que permite explorar diferentes posibilidades y reducir la incertidumbre.

Existen tres orientaciones principales respecto a la consideración de la actividad laboral en el proceso de diseño: cristalización, plasticidad y desarrollo. Cada una de estas orientaciones influye en los enfoques de simulación adoptados. La cristalización se centra en la representación de los usuarios y su actividad en los artefactos proyectados, mientras que la plasticidad reconoce las variabilidades y los imprevistos de la actividad real. El desarrollo, por su parte, busca integrar la actividad de los operadores en el proceso de diseño, promoviendo un diálogo participativo entre diseñadores y usuarios.

El análisis del trabajo es fundamental para apoyar la simulación, proporcionando información para la construcción de modelos y escenarios. La simulación, a su vez, amplía la comprensión de los problemas profesionales y permite manipularlos para encontrar soluciones. Se desarrollan métodos como las Situaciones de Acción Características (SAC) y las configuraciones de uso para representar la actividad de trabajo de una manera más genérica y guiar el proceso de diseño.

Un estudio de caso de reestructuración del Centro de Operaciones Integrado (IOC) ejemplifica cómo se pueden aplicar el análisis y la simulación de trabajos en proyectos de Integración Operativa (IO). Este estudio implicó el análisis del funcionamiento del COI, el mapeo de la distribución de las nuevas instalaciones y la realización de ciclos de simulación para discutir el funcionamiento futuro del espacio con los trabajadores y gerentes involucrados. Este enfoque participativo y basado en la comprensión de la actividad laboral muestra cómo la simulación puede contribuir al diseño de espacios de trabajo más eficientes y ergonómicamente adecuados.

**Palabras clave:** Simulación; Análisis Ergonómico del Trabajo; Proceso de diseño.

---

<sup>1</sup> PEP/COPPE/UFRJ. \* barbarap@pep.ufrj.br.

<sup>2</sup> PEP/COPPE/UFRJ.



## REPRESENTATION AS A GUIDING THREADS FOR SIMULATION: THE CASE OF AN INTEGRATED OPERATIONS CENTER PROJECT IN THE OIL INDUSTRY

### Abstract

---

Simulation, in ergonomics, is characterized by a variety of approaches that differ according to the desired objectives and modalities. Two main types of simulation are frequently used: engineering simulation and work simulation. While the former seeks to predict the future behavior of a production system, focusing on quantitative aspects, the latter focuses on the work process and the difficulties faced by workers.

In the work simulation approach, the objective is to understand the work process and its characteristics, aiming to produce knowledge about situations that do not yet exist. Simulation becomes an essential tool during the design process, allowing the exploration of different possibilities and reducing uncertainty.

There are three main orientations regarding the consideration of work activity in the design process: crystallization, plasticity and development. Each of these orientations influences the simulation approaches adopted. Crystallization focuses on the representation of users and their activity in the designed artifacts, while plasticity recognizes the variability and unforeseen events of the real activity. Development, on the other hand, seeks to integrate the activity of operators into the design process, promoting a participatory dialogue between designers and users.

Work analysis is essential to support simulation, providing information for building models and scenarios. Simulation, in turn, broadens the understanding of professional problems and allows them to be manipulated to find solutions. Methods such as Characteristic Action Situations (SAC) and use configurations are developed to represent work activity in a more generic way and guide the design process.

A case study of the restructuring of an Integrated Operations Center (IOC) exemplifies how work analysis and simulation can be applied in Operational Integration (IO) projects. This study involved analyzing the functioning of the IOC, mapping the layout of the new facilities and conducting simulation cycles to discuss the future functioning of the space with the workers and managers involved. This participatory approach based on understanding the work activity shows how simulation can contribute to the design of more efficient and ergonomically appropriate workspaces.

**Keywords:** Simulation; Ergonomic Work Analysis; Design Process.

### 1. INTRODUCCIÓN

La simulación se caracteriza por una fuerte heterogeneidad en función de los objetivos a alcanzar y de las modalidades de implementación que se solicitan (BÉGUIN; WEILL-FASSINA, 2002). Durante el proceso de diseño, se pueden realizar dos tipos de simulación: simulación de ingeniería y simulación de trabajo. La primera, la simulación en ingeniería, tiene como objetivo construir una representación de la realidad de un sistema de producción para predecir su comportamiento futuro (MALINE, 1994).



Este tipo de simulación aborda los aspectos cuantitativos de los fenómenos, es decir, funciona como banco de pruebas de una situación o un procedimiento destinado a probar la eficiencia, validar tal o cual material, mejorar un dispositivo a posteriori, entre otros (BÉGUIN; WEILL-FASSINA, 2002; MALINE, 1994).

La segunda, la simulación del trabajo (o simulación en ergonomía), cambia el punto de vista del análisis. La simulación ya no se refiere al rendimiento, sino al proceso de trabajo, a sus características y a sus dificultades (BÉGUIN; WEILL-FASSINA, 2002). El interés es mayor en el trabajo necesario para lograr los resultados esperados de la producción o servicio y menor en el proceso técnico para lograr este objetivo (MALINE, 1994).

Según Béguin y Weill-Fassina (2002), la simulación, en este caso, es una dimensión intrínseca de la concepción: al mismo tiempo que permite una exploración del campo de posibilidades, participa en el proceso de reducción de la incertidumbre, siendo un instrumento de gestión de proyectos y de intervención ergonómica.

Béguin (2010) explica que, en situaciones de proyecto, no basta con analizar solo la obra actual: antes de la transformación, se modificará como resultado del acto de concepción y, después de este acto, es demasiado tarde porque las decisiones ya están tomadas. Así, según Béguin *et al.* (2019), la simulación del trabajo aparece como un método inevitable para producir conocimiento sobre situaciones de trabajo que aún no existen, configurando una respuesta a la "paradoja de la ergonomía de la concepción" (THEUREAU; PINSKY, 1984).

La simulación de situaciones de trabajo es un método que combina un modelo de situación (o parte de los elementos de trabajo) y la actividad de uno o más sujetos (BÉGUIN; PASTRÉ, 2002). Para ello, se necesita un soporte de simulación que "ponga la obra en escena" y permita el diálogo entre operadores y diseñadores.

Sin embargo, el paso del análisis de la actividad a la construcción de la simulación no es un ejercicio baladí: requiere una mejor identificación de qué, a partir del análisis de la obra, puede y debe escenificarse y de qué forma (BÉGUIN, 2006). Así, este artículo tiene como objetivo analizar cómo se realiza la representación y traducción del resultado del Análisis Ergonómico del Trabajo durante la simulación en un proceso de diseño.

Para permitir este análisis, se basa en la reflexión consecutiva de la intervención ergonómica en el proyecto de reestructuración de un Centro Integrado de Operaciones (COI), en el contexto de la Integración Operacional en la industria petrolera brasileña, en el que se buscó ampliar su capacidad para apoyar las operaciones marítimas.



## 2. MARCO TEÓRICO

Existen tres orientaciones en cuanto a la consideración de la actividad laboral en el proceso de diseño: cristalización, plasticidad y desarrollo (BÉGUIN, 2010). Por lo tanto, también existen diferentes enfoques de simulación movilizados por estas tres orientaciones.

En la orientación de la cristalización, cada dispositivo técnico y cada artefacto moviliza un modelo del usuario, su actividad y su trabajo durante el proceso de diseño. Esta representación, una vez cristalizada en el artefacto, se transmite en la situación de trabajo (BÉGUIN, 2005).

Según Béguin (2006), en la ergonomía de la actividad, este enfoque no se centra únicamente en modelar el funcionamiento del sujeto, sino en construir un modelo de la actividad en una situación dada, que puede caracterizarse como una "simulación de situaciones" (VAN DAELE, 1997 *apud* BÉGUIN, 2006).

En este sentido, es necesario obtener un modelo de actividad futura. Para llevar a cabo esta anticipación, la ergonomía cuenta con conocimientos generales sobre el funcionamiento humano y conocimientos sobre la adaptación de los dispositivos técnicos al ser humano (BÉGUIN, 2010).

El modelo de actividad futura se construye a partir de los datos obtenidos con el análisis de la actividad en situaciones de referencia. La asociación entre estos tipos de datos permite reconstruir el acoplamiento y, por asociación, construir escenarios a movilizar en la simulación. Sin embargo, el objetivo no es construir un modelo del funcionamiento del sujeto, se trata de modelar y simular un acoplamiento, cuya finalidad es hacer un pronóstico (BÉGUIN, 2010).

La orientación de plasticidad considera que en situaciones reales existen variabilidades que no siempre son posibles de anticipar. De acuerdo con Béguin (2008a), los operadores se encuentran con imprevistos y resistencias vinculadas a las contingencias de la situación y a las fluctuaciones de su propio estado durante su trabajo.

De esta manera, las decisiones de diseño pueden abrir o cerrar las posibilidades de actividad en el futuro para los operadores (DANIELLOU, 2005). El desafío no es, por tanto, predecir en detalle la actividad que se desarrollará en el futuro, sino evaluar en qué medida las opciones de diseño permitirán la implementación de modos de operación compatibles con los criterios elegidos, en términos de salud, eficacia productiva, desarrollo personal, entre otros (DANIELLOU, 2007b).



En esta orientación, según Daniellou (2005), el objetivo principal de la simulación es incluir en las decisiones de diseño el espacio para "posibles formas de actividad futura". Según el autor, el ergónomo parte de las situaciones de referencia para comprender las variabilidades de la situación laboral y construir escenarios en los que se basará este tipo de simulación. También según el autor, la simulación puede demostrar si, para cualquier situación de acción que el ergónomo haya considerado, existen uno o más modos de operación aceptables desde el punto de vista de la salud, el desarrollo de habilidades y la eficiencia. Del mismo modo, debe permitir al operador crear otras posibilidades después del proyecto.

En cierto modo, al no poder anticiparse en su totalidad a la actividad, se reduce la función predictiva de la simulación, pero no se abandona: mientras que la simulación de la orientación anterior argumenta que es necesario anticipar con la máxima precisión, en esta orientación, la simulación debe anticipar la plasticidad o los márgenes de maniobra dejados al operador (BÉGUIN, 2005).

La orientación al desarrollo considera que la actividad constructiva de los operadores debe ser una parte integral del proceso de diseño y que la inventiva de la actividad debe estar en consonancia con los desarrollos de los diseñadores. El desarrollo consiste, por tanto, en articular en un mismo movimiento, el desarrollo de situaciones, como el artefacto y/o la organización, por parte de los diseñadores y el desarrollo de los recursos de la acción por parte de los operadores, constituyendo una "concepción distribuida" (BÉGUIN; CERF, 2004).

La simulación en la orientación del desarrollo busca contribuir al proceso dialógico de la concepción (BÉGUIN, 2010; BÉGUIN; CERF, 2004). Así, según Béguin (2005, 2007b), la orientación es intrínsecamente participativa, ya que, durante la concepción, favorece procesos dialógicos en los que diseñadores y operadores participan en el proceso de diseño a partir de su diversidad y especificidades.

### **2.1. Análisis de Unidades Mínimas de Trabajo y las relaciones con la simulación**

El análisis del trabajo es un requisito previo para la simulación. Para simular, el análisis de la obra ayuda a tomar decisiones, identificando problemas de trabajo, lo que permite la construcción del modelo. Sin embargo, la simulación amplía útilmente el análisis del trabajo: objetiva los problemas profesionales, los escenifica para manipularlos, en un intento de comprenderlos o resolverlos (BÉGUIN, 2006).

En ergonomía, el análisis y la simulación del trabajo deben articularse cuidadosamente, ya que estos métodos se complementan entre sí. Sin embargo, es necesario pasar del análisis de



las situaciones existentes a la simulación y al diseño de nuevas situaciones. Para hacer frente a esta paradoja, la ergonomía de la actividad buscó reflexionar sobre la formulación de situaciones de trabajo en una forma elemental y mínima de la actividad (DUARTE; LIMA, 2012).

En la búsqueda de modelos más generales que apoyen la simulación y el diseño, se han desarrollado algunas propuestas para la ergonomía de la actividad. Algunas proposiciones buscan describir las unidades mínimas de representación de la actividad en la simulación de la obra, tales como: (i) las Situaciones Características de Acción (SAC), desarrolladas desde el enfoque de la actividad futura (DANIELLOU, 1992); y (ii) los ajustes de uso (DUARTE; LIMA, 2012), desarrollado para permitir la creación de recomendaciones de proyectos.

### **2.1.1. Situaciones de Acción Características (SAC):**

El enfoque de la actividad futura (DANIELLOU, 1992) busca intervenir en los proyectos con la predicción del espacio de posibles formas de actividad futura, evaluando en qué medida las opciones de diseño permitirán la implementación de modos de operación compatibles con los criterios elegidos, en términos de salud, efectividad productiva, desarrollo personal, entre otros (DANIELLOU, 2007a).

El enfoque consiste en analizar el trabajo en las situaciones de referencia existentes (situación actual que será modificada o situaciones con tecnología similar a la planificada), donde se logrará identificar las Situaciones Características de Acción (SAC), con diferentes grados de detalle, descripciones combinadas y estructuradas en escenarios que instruirán las simulaciones de la posible actividad futura (DUARTE; LIMA, 2012; GARRIGOU et al., 1995). Las SAC (o situaciones típicas), cuyo concepto tiene su origen en Jeffroy (1987 apud DANIELLOU, 1992), constituyen las unidades elementales de la ergonomía de la concepción (MALINE, 1994).

El resultado del análisis de las situaciones de referencia es una identificación de las formas de variabilidad que pueden surgir en el sistema futuro (DANIELLOU, 2007b). De esta manera, es posible destacar no solo las situaciones normales de funcionamiento, sino también las situaciones relacionadas con incidencias, ajustes, limpieza, mantenimiento, entre otras (GARRIGOU et al., 1995).

Para Maline (1994), los SACs constituyen el eslabón irreductible y operacional que permite una instrucción del futuro a partir de lo existente. Sin embargo, la enumeración de los mismos en el proyecto todavía ofrece una visión parcial de las condiciones en las que los operadores llevan a cabo sus actividades laborales. Además, según Maline, no es la suma de las



ZEC identificadas la que proporciona una imagen global del futuro: es necesario poner en juego las situaciones típicas, basadas en las SAC, en la simulación, situándolas en una perspectiva temporal y articulándolas con los criterios de diseño.

Así, el análisis del trabajo en el marco de un enfoque de simulación para identificar situaciones típicas en el trabajo es una fase proyectiva, de elaboración de escenarios, y depende también de una comprensión previa de las características del proyecto (MALINE, 1994). Las lógicas de trabajo identificadas, transportadas a la situación futura, ofrecen una posible estructuración de la actividad a la vez que ofrecen la libertad de evolucionar para explorar diferentes escenarios de lógicas de acción (VAN BELLEGHEM, 2018).

### **2.1.2. Configuración de uso:**

El concepto de configuración de uso pretende responder a la pregunta de cómo integrar la ergonomía en el proyecto. Es una forma de traducir el conocimiento de la actividad, de una forma más genérica, a partir del análisis ergonómico de la obra de una situación de referencia, para guiar el proceso de diseño.

De acuerdo con Duarte et al. (2008), el principio general que guía la cooperación entre ergonomía e ingeniería es construir especificaciones de proyecto basadas en la actividad, a partir de una fuerte concepción de la migración de la experiencia de usuario a la función de diseño. Pero, para los autores, esta migración de la experiencia laboral al proyecto se presenta como un recurso y, al mismo tiempo, supone un reto, precisamente por el carácter situado, histórico y singular de la actividad laboral analizada.

En este sentido, como respuesta a este desafío, las configuraciones de uso funcionan como contenido sustantivo y como escenario para que los diseñadores se relacionen con los futuros usuarios a través de la experiencia de los usuarios actuales (DUARTE; LIMA, 2012). De esta manera, permiten construir las especificaciones que guiarán la conducción del proyecto a partir de las experiencias laborales de los propios trabajadores.

Las configuraciones de uso son una abstracción del análisis de las Situaciones Características de Acción (SAC) y constituyen un camino intermedio, situado entre los principios generales de la ergonomía, como "facilitar el acceso al operador", y los detalles de este acceso en un proyecto determinado (DUARTE; LIMA, 2012).

Así, lo que define la configuración del uso es siempre la combinación o *acoplamiento* entre, por un lado, los aspectos físico-tecnológicos (entorno, espacio, instrumento, objeto, equipamiento), el contexto social y las orientaciones cognitivas (ejemplo: "abrir una válvula



para...") y, por otro lado, el esquema práctico, que subyace a una determinada actividad (DUARTE; LIMA, 2012).

### **3. MÉTODO**

Esta investigación se basa en el proyecto de reestructuración del Centro de Operación Integrado (aquí llamado COI-Alfa), donde se realizó un Análisis Ergonómico de Trabajo y tres ciclos de Simulaciones Ergonómicas para apoyar las discusiones con trabajadores y gerentes para la creación de soluciones de proyectos. El análisis posterior del proceso de diseño ergonómico utilizado en el estudio de caso tuvo como objetivo comprender cómo el Análisis de Trabajo y las Simulaciones Ergonómicas pueden contribuir como métodos participativos en los proyectos de IO.

#### **3.1. Contexto del estudio de caso:**

Esta investigación se llevó a cabo en una unidad de producción de petróleo de una industria petrolera brasileña. Con la expansión de la operación del presal y la llegada de nuevas plataformas en 2021, la unidad de producción inició el proyecto de reestructuración del Centro de Operaciones Integradas (IOC), una iniciativa existente para apoyar la producción en tierra

El nuevo proyecto del COI trasladaría su centro de operaciones, actualmente en salas separadas, a un gran centro que se ubicaría en un antiguo restaurante y cocina desocupados en el mismo edificio. El objetivo era que el centro fuera capaz de acoger el aumento de plantilla y permitir el refuerzo de las interacciones entre equipos, haciendo más efectivo el carácter de apoyo integrado.

#### **3.2. Los participantes y el enfoque de intervención**

Los participantes del estudio están compuestos por los equipos CCO existentes, que son: 3 células de monitoreo predictivo de equipos y sistemas de plataformas marinas; 1 equipo de apoyo logístico; 1 equipo de apoyo operativo, que controla la red de gas y proporciona apoyo de emergencia para las operaciones en alta mar; 1 equipo de apoyo para la planificación y optimización de la red de gasoductos; 1 equipo de soporte de infraestructura para el propio CCO y el equipo de gestión de IO, demandantes de proyectos.

La investigación de campo se dividió en tres etapas principales:

(1) Estudio de la obra, que consistió en:



- el análisis inicial del funcionamiento general del COI-Alfa, tratando de comprender cómo funcionan estos equipos y cuáles son las relaciones de integración entre ellos;
  - un análisis más profundo de la actividad de la COI-Alfa, acompañado de breves visitas a otras situaciones de referencia, como la COI de la Unidad de Producción de Beta;
  - la formulación de la configuración de uso (DUARTE; LIMA, 2012) para la discusión entre los actores durante la fase de simulación.
- (2) Estudio del diseño y especificación de los espacios de trabajo, que consistió en:
- en el mapeo de la distribución de las instalaciones disponibles para los nuevos espacios del COI y la previsión de expansión de los equipos;
  - en la integración del equipo técnico (arquitectos, ingenieros y diseñadores);
  - y en la creación de las hipótesis de trazado iniciales, siendo estas hipótesis el punto de partida para el diálogo entre los actores de la simulación y el desarrollo del trazado.
- (3) Ciclos de simulación, desarrollados en tres etapas para avanzar en el debate sobre el funcionamiento futuro de la COI en un nuevo espacio, de la siguiente manera:
- Primer ciclo de simulaciones, cuyo objetivo era iniciar el diálogo con los equipos y los directivos, con el fin de seleccionar entre dos propuestas de diseño creadas por el equipo de ergónomos. Este fue el primer contacto de los trabajadores con el proyecto espacial;
  - Segundo ciclo de simulaciones, que tuvo como objetivo comprender las relaciones de integración entre equipos en el espacio. Para ello, se utilizó un plano interactivo (como un tablero de juego) y planos en papel como ayudas para el debate sobre la organización de los espacios. Esta simulación se llevó a cabo en dos etapas y en el mismo entorno que se transformaría para recibir al nuevo COI;
  - Tercer ciclo de simulaciones, cuyo objetivo era que los participantes -operarios y gestores- pudieran discutir el trabajo. Estos diálogos se basaban en el diseño producido anteriormente, que se complementaba con una representación en 3D del diseño futuro, incluidos dispositivos, estaciones de trabajo, ventanas, etc. Al



igual que en la simulación anterior, la reunión tuvo lugar en la sala a transformar y se utilizó un tablero de juego, planos en papel e imágenes en 3D. Como el tablero de juego era bidimensional con una visión superior del espacio, la intención era dar otras dimensiones a la discusión.

#### 4. RESULTADOS

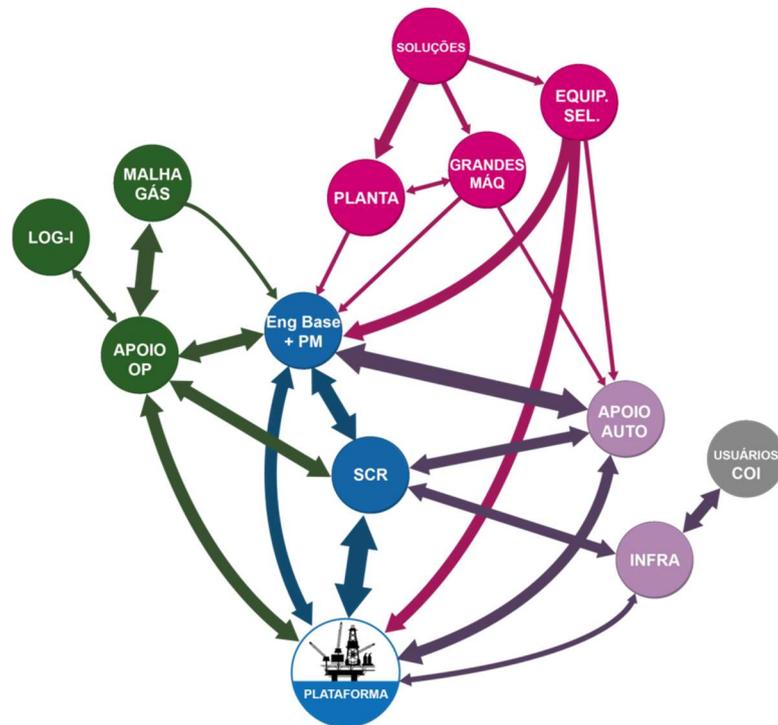
El análisis inicial del trabajo, con la comprensión del funcionamiento general del IOC-Alpha y de las principales actividades de los equipos, una etapa del análisis ergonómico del trabajo, permitió la construcción de las primeras propuestas de diseño para su discusión con los operadores y gerentes en el primer ciclo de simulación. En esta etapa, el conocimiento del trabajo y las interacciones clave entre los equipos guiaron las discusiones.

El estudio del funcionamiento general permitió caracterizar la integración existente entre los equipos Alfa de la COI, que se representaron mediante un esquema de interacciones, como se presenta en la Figura 1. Este esquema permitió al equipo de ergonomía visualizar la intensidad relacional y la comunicación entre los operadores de un mismo equipo y entre diferentes equipos.

La frecuencia de las interacciones está representada por el grosor de las flechas. Cuanto más gruesa sea la flecha, mayor será la intensidad de la relación entre los equipos. Estas relaciones se debieron a la necesidad de comunicación e intercambio de información y datos para llevar a cabo el trabajo. Cada color en el sociograma representa una naturaleza de integración entre *los equipos en tierra* para apoyar las plataformas petroleras, aquí llamados grupos de integración.



Figura 1 - Esquema de interacciones entre los equipos del COI



Fuente: Elaboración propia

Para los ciclos de simulación, la profundización del análisis del trabajo permitió la creación de las configuraciones de uso, aportando elementos del trabajo a la dinámica de simulación. En consecuencia, las discusiones entre los actores del proyecto abarcaron tanto las definiciones de las opciones de la disposición física como el trabajo futuro que se llevará a cabo en estos entornos.

La segunda fase del estudio del trabajo tuvo como objetivo profundizar el análisis del trabajo para la creación de las configuraciones de uso de cada equipo analizado. De esta manera, fue posible construir los escenarios en los ciclos de simulación. Cada configuración de uso buscó describir tanto las tareas rutinarias como las variabilidades del trabajo, como las situaciones de emergencia.

Durante las reuniones de simulación, las referencias en relación al trabajo permitieron a los operadores reflexionar sobre la construcción de nuevas formas de trabajo, lo que implica necesariamente reflexionar sobre el trabajo actual que se realiza en los equipos. Esta reflexión fue posible a partir de la movilización de las configuraciones de uso por parte del equipo de ergonomistas durante la dinámica de simulación.

Los extractos de los diálogos entre ergónomos y operadores durante la segunda etapa de la simulación ejemplifican cómo los elementos del trabajo influyeron en los cambios en el



diseño, tales como: (1) el intercambio de información entre los miembros del equipo, (2) la característica de monitoreo y la consecuente organización física de los puestos de trabajo en vista de estas especificidades, y (3) la interacción entre diferentes equipos de monitoreo.

Para los equipos de monitoreo, que realizaban el monitoreo predictivo de turbomaquinaria, equipos de seguridad y procesos de la planta *offshore*, existía una demanda gerencial para el uso de pantallas grandes (videowall) en el entorno futuro. Por lo tanto, la cuestión de si utilizar o no el videowall fue un tema importante en la realización de las simulaciones. Durante el segundo ciclo de simulación, un operador de monitoreo enfatizó la dificultad de entender para qué se utilizarían las pantallas grandes, ya que hoy no eran necesarias, sino que conducían a un diseño de línea, con todas las estaciones de trabajo orientadas hacia el videowall.

A partir de esto, los ergonomistas guiaron la discusión, citando la característica del monitoreo de tratar de anticipar desviaciones en los equipos a bordo, como se muestra en el extracto del siguiente diálogo:

**Ergónomo:** - *Sus acciones no son inmediatas, no son en tiempo real.*

**Operador:** - *Nuestro mantenimiento es predictivo, es a medio y largo plazo. Porque, a corto plazo, tienes al operador frente a la pantalla, el supervisor de la unidad. De nada me sirve hablar, que llame al tipo y le diga: ¡mira, es alarmante la alta temperatura en tal y tal lugar! ¡Ya lo está viendo allí, su supervisor ya lo está alarmando! ¡Quiero verlo primero!*

**Ergonomista:** - *¿Qué puedes anticipar, verdad?*

**Operador:** - *¡Exactamente! ¡Lo veré antes de alarmarme! Es bueno seguirlo, pero no es una operación... ¡Nuestro enfoque no es ese! No se trata de apagar un incendio y resolver un problema que está a punto de suceder ese día. Así es, la unidad a bordo tiene que resolverlo.*

Este diálogo termina siendo un impulsor para que el operador reflexione sobre lo que podría ayudar efectivamente en la tarea de monitoreo, si existiera un videowall:

**Operador:** - *Lo que ya pasó, no quiero involucrarme. Pero creo que es interesante poner las máquinas, su estado, su eficiencia para que podamos estar ahí para seguir las. De repente, lo miras y ves: ¡oh, la eficiencia de esta máquina aquí está disminuyendo, gente! ¡Centrémonos en ello! ¡Quizás sería interesante poner estas etiquetas de eficiencia, que es lo mismo que servirá para el monitoreo de la planta! La planta de proceso tiene una frontera muy cercana con las grandes máquinas.*



## 5. DISCUSIÓN

El conocimiento de que el trabajo está en el centro del desarrollo de la Ergonomía de la Actividad como disciplina, con el objetivo de construir conocimiento sobre el ser humano en actividad (FALZON, 2007). Sin embargo, la ergonomía tiene una perspectiva transformadora: apunta a la acción. Para que este conocimiento transforme efectivamente la realidad del trabajo, la disciplina ha ido transformando sus métodos para aportar al punto de vista de la actividad aún en fase de concepción.

De esta manera, la actividad laboral es el elemento integrador (GUÉRIN et al., 2001) que permite estructurar las condiciones para la realización del trabajo desde el origen del proyecto, en el sentido de que articula y recompone en la acción un conjunto de determinantes técnicos, organizacionales y sociales (DANIELLOU, 2007a; MALINE, 1994).

El análisis de la actividad es, por tanto, la base que permite comprender las prácticas profesionales a considerar en la concepción. Sin embargo, trasladar el conocimiento de la obra al proyecto no es trivial y requiere el desarrollo de estrategias que permitan su movilización durante este proceso.

Para que la obra esté en el centro del diálogo promovido por la simulación, es necesario que se construya y movilice una representación de la obra durante la simulación. Es necesario transponer y poner en escena el resultado del análisis de la obra en la simulación.

Transponer significa pasar, de alguna manera, del análisis de situaciones existentes a la simulación de nuevas situaciones. Así, las situaciones de trabajo deben formularse desde la forma elemental de la actividad. Esta unidad mínima de actividad contribuye a la construcción de escenarios (MALINE, 1994) que permiten orientar las reuniones de simulación para que sea posible que la construcción funcione en el futuro.

Sin embargo, la elección de la forma en que la actividad laboral se transpone a la simulación indica qué tipo de orientación respecto a la consideración de la actividad laboral en el proceso de diseño se movilizará. En el enfoque de cristalización, por ejemplo, el desafío es producir un modelo de actividad futura, es decir, un modelo mejor fundamentado del acoplamiento entre el sujeto y el objeto proyectado como recurso del proyecto (BÉGUIN, 2010).

En este sentido, Béguin (2010) destaca que la asociación entre Situaciones de Acción Características (SAC) (DANIELLOU, 1992) y situaciones típicas (MALINE, 1994) permite la construcción de este acoplamiento y, por lo tanto, también permite la creación de escenarios



que se experimentarán durante una simulación. Sin embargo, el propósito es hacer un pronóstico, una anticipación de la situación futura.

En el enfoque de plasticidad, que se ancla en los conceptos de diversidad y variabilidad, la simulación debe contribuir al diseño de posibles formas de actividades futuras, definiendo márgenes de maniobra para el proyecto. En esta orientación, según Béguin (2010), el análisis de los SACs ya no tiene como objetivo identificar unidades de tareas que puedan ser trasladadas a situaciones futuras, sino permitir un equilibrio de la diversidad y variabilidad de los contextos de trabajo para que el operador, ante la variabilidad de la situación y su propio estado, pueda implementar modos de operación que le permitan alcanzar los objetivos de producción sin poner en riesgo su salud.

Como la actividad no se puede anticipar completamente, incluso en plasticidad, la función predictiva de la simulación, aunque reducida, no se abandona por completo, ya que en esta orientación, la simulación debe anticipar los márgenes de maniobra que se dejarán al operador.

En el enfoque del desarrollo, sin embargo, la simulación tiene como objetivo contribuir al proceso de desarrollo conjunto de situaciones y actividades (BÉGUIN, 2010). En este sentido, los ciclos de simulación del proyecto IOC-Alpha articularon en un mismo movimiento el desarrollo del layout y el desarrollo de la actividad por parte de los operadores, contribuyendo a un proceso dialógico de la concepción.

Se observa que, en este caso, la simulación contribuyó a que el proyecto se configurara como un proceso no teleológico (BÉGUIN, 2010). A partir de un layout preestablecido por el equipo de ergonomía, basado en el análisis de la obra y las inferencias de los gestores, las simulaciones iniciaron un proceso de "construcción, exploración y viaje" (BÉGUIN, 2010), en el que el artefacto (layout IOC) y la actividad se desarrollan en paralelo en el propio proceso de diseño.

Sin embargo, para que este desarrollo se produzca, la forma en que se representa la actividad laboral durante la simulación debe conducir a una articulación, un acoplamiento (*couplage*) entre la tarea y el sujeto (BÉGUIN, 2010). Ya no encaja, de este modo, en una perspectiva de anticipación, sino de construir una forma de trabajar en un nuevo lugar, con nuevas herramientas y dispositivos técnicos diseñados conjuntamente.

En el ejemplo del COI, la unidad de análisis utilizada para representar el trabajo en las simulaciones fue la Configuración de Uso (DUARTE et al., 2008), que permitía representar una



dimensión de la situación (la tarea, con dichos medios) y una dimensión de la acción (la actividad del operador, las acciones que utiliza para lograr dicha tarea).

Según Duarte y Lima (2012), las configuraciones de uso son abstracciones de las Situaciones de Acciones Características. Se puede considerar que los SAC son un inventario de la diversidad de situaciones que pueden encontrar los operarios y, por tanto, están relacionados con las tareas. Las configuraciones de uso se basan en las situaciones expresadas por los SAC y revelan una forma de hacer, son invariantes de la actividad: se relaciona con "cómo hará el operador para cumplir con la tarea, dada una determinada condición".

Hay un cambio en la forma en que se utilizan los ajustes de uso en el proyecto. Creada para servir de base para la toma de decisiones en el acto de diseñar por parte de los diseñadores, la simulación se convierte en un vehículo de representación del trabajo para la construcción de nuevas formas de hacer las cosas para los operadores.

En el caso del equipo de monitoreo, el análisis en profundidad del trabajo para identificar las configuraciones de uso también permitió comprender las características y especificidades del monitoreo, emisión y control de alertas para las plataformas. Esta característica del trabajo de monitoreo de tratar de anticipar posibles desviaciones en los equipos a bordo guió las discusiones en la simulación para que los operadores reflexionaran sobre cuál sería el posicionamiento de las estaciones de trabajo y qué equipos se necesitarían.

"Nuestro mantenimiento es predictivo, es de mediano y largo plazo" o "no es una operación, (...) No se trata de apagar incendios", son las declaraciones de los operadores que indican la forma en que se monitorea el equipo y la razón por la que no se necesita el videowall para un trabajo que necesita análisis y no acciones a corto plazo: "Porque, a corto plazo, tienes al operador frente a la pantalla de la unidad offshore".

En la concepción de los operadores, las pantallas grandes eran equipos necesarios para quienes operaban eficazmente el equipo y necesitaban tener las variables disponibles durante esta tarea. A diferencia de la visión de los operadores, el gerente vio el videowall como una forma de compartir información unificada (que aún no sabía que sería relevante) con los equipos, igualando el conocimiento de la situación entre los operadores.

De esta manera, la realización de las simulaciones a través de escenarios basados en las configuraciones de uso permitió que la obra fuera movilizada y puesta en escena por los trabajadores, incluso cuando los responsables insistían en una visión de integración desde pantallas grandes (videowalls). Se observa, sin embargo, que durante las simulaciones, cuando



no había representación de la obra originada por los elementos de la actividad, los diálogos entre los actores (incluyendo a los trabajadores) estaban más centrados en los dispositivos técnicos y menos en la obra.

## 6. CONCLUSIONES

El objetivo de este artículo fue comprender cómo se moviliza y representa la perspectiva del trabajo en la simulación. Desde este punto de vista, el análisis y la simulación de la obra mantienen lazos dialécticos mientras se ejecuta el proyecto.

Por un lado, el análisis ergonómico de la obra permite la producción de conocimiento de la obra, que orienta las elecciones realizadas durante el proyecto. Por otro lado, el análisis detallado de la actividad promueve debates sobre el trabajo en las simulaciones para contribuir concretamente a la transformación de las condiciones de trabajo en el futuro.

Para ello, es necesario que el resultado del análisis del trabajo se traslade a la simulación desde la forma elemental de la actividad, contribuyendo a la construcción de escenarios y a la discusión sobre el desarrollo de nuevas formas de trabajo en el futuro.

## REFERENCIAS

- BÉGUIN, P. La simulation entre experts. Double jeu dans la zone de proche développement. In: PASTRÉ, P. (Ed.). **Apprendre par la simulation. De l'analyse du travail aux apprentissages professionnels**. Toulouse: Octarès éditions, 2005.
- BÉGUIN, P. Une approche opérative de la simulation. **Éducation permanente**, [s. l.], n. 166, p. 59–74, 2006.
- BÉGUIN, P. Prendre en compte l'activité de travail pour concevoir. **Activites**, [s. l.], v. 04, n. 2, p. 107–114, 2007.
- BÉGUIN, P. Argumentos para uma abordagem dialógica da inovação. **LaboReal**, [s. l.], v. IV, p. 72–82, 2008.
- BÉGUIN, P. **Conduite de projet et fabrication collective du travail: une approche développementale (HDR)**. 2010. Université Victor Segalen Bordeaux 2, Bordeaux, France, 2010.
- BÉGUIN, P.; CERF, M. Formes et enjeux de l'analyse de l'activité pour la conception des systèmes de travail. **Activités**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 54–71, 2004.
- BÉGUIN, P.; DUARTE, F.; BITTENCOURT, J. M. J.; PUEYO, V. Simulating work systems: anticipation or development of experiences? An activity approach. In: S., B.; R., T.; S., A.; T., A.; Y., F. (Eds.). **Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics**



- Association (IEA 2018). Advances in Intelligent Systems and Computing.** Cham: SPRINGER, 2018. v. 821p. 494–502.
- BÉGUIN, P.; PASTRÉ, P. Working, learning, interacting through simulation. In: (S. Bagnara, S. Pozzi, A. Rizzo, Eds.) PROCEEDINGS OF THE 11TH EUROPEAN CONFERENCE ON COGNITIVE ERGONOMICS : COGNITION, CULTURE AND DESIGN. 2002, **Anais...** : Wright, P. eds., 2002. Disponível em: <<http://tecfa.unige.ch/tecfa/teaching/aei/papiers/begpast2002.pdf>>
- BÉGUIN, P.; WEILL-FASSINA, A. Da simulação das situações de trabalho à situação de simulação. In: DUARTE, F. (Ed.). **Ergonomia e Projeto na indústria de processo contínuo.** Rio de Janeiro: COPPE/RJ: Lucerna, 2002. p. 34–63.
- DANIELLOU, F. **Le statut de la pratique et des connaissances dans l'intervention ergonomique de conception.** 1992. Université de Toulouse, [s. l.], 1992.
- DANIELLOU, F. The French-speaking ergonomists' approach to work activity: Cross-influences of field intervention and conceptual models. **Theoretical Issues in Ergonomics Science**, [s. l.], v. 6, n. 5, p. 409–427, 2005.
- DANIELLOU, F. Simulating future work activity is not only a way of improving workstation design. **Activites**, [s. l.], v. 4, n. 2, p. 84–90, 2007. a.
- DANIELLOU, F. A ergonomia na condução de projetos de concepção de sistemas de trabalho. In: FALZON, P. (Ed.). **Ergonomia.** São Paulo: Blucher, 2007. b. p. 303–315.
- DUARTE, F.; LIMA, F. Anticiper l'activité par les configurations d'usage : proposition méthodologique pour conduite de projet. **Activités - Revue électronique**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 22–47, 2012.
- DUARTE, F.; LIMA, F. D. P. A.; REMIRO, R.; MAIA, N. D. C. Situations d'Action Caractéristiques et Configurations d'Usage pour la conception. In: ACTES DU 43<sup>e</sup> CONGRÈS DE LA SELF 2008, Ajaccio, France. **Anais...** Ajaccio, France
- FALZON, P. Natureza, objetivos e conhecimentos da ergonomia. In: FALZON, P. (Ed.). **Ergonomia.** São Paulo: Blucher, 2007. p. 3–20.
- GARRIGOU, A.; DANIELLOU, F.; CARBALLEDA, G.; RUAUD, S. Activity analysis in participatory design and analysis of participatory design activity. **International Journal of Industrial Ergonomics**, Amsterdam, Netherlands, v. 15, n. 5, p. 311–327, 1995.
- GUÉRIN, F.; LAVILLE, A.; DANIELLOU, F.; DURAFFOURG, J.; KERGUELEN, A. **Comprender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia.** São Paulo: Blucher, 2001.
- MALINE, J. **Simuler le travail: une aide à la conduite de projet.** Montrouge: ANACT, 1994.
- THEUREAU, J.; PINSKY, L. Paradoxe de l'ergonomie de conception et logiciel informatique. **La revue des Conditions de Travail**, [s. l.], n. 9, p. 25–31, 1984.



VAN BELLEGHEM, L. Activity simulation in design: achievements and perspectives.  
**ACTIVITES-REVUE ELECTRONIQUE**, ASSOC RECHERCHE & PRATIQUE  
ACTIVITES, PARIS, 00000, FRANCE, v. 15, n. 1, 2018.