

ÁREA TEMÁTICA: INDUSTRIA 5.0 Y ERGONOMÍA

T-INV-0004

ESTUDIO DEL APOORTE DE LA SITUACIÓN DE COLABORACIÓN CAPACITANTE PARA LA ACTIVIDAD DE CONCEPCIÓN DE LOS INGENIEROS

AUTORES: Nathan Compan ¹, Fabien Coutarel ¹, Daniel Brissaud ², Géraldine Rix-lièvre ¹

1. Université Clermont Auvergne, ACTÉ, f-63000 Clermont-Ferrand, France

2. Université Grenoble Alpes, CNRS, Laboratoire G-Scop, Grenoble, France

Correspondencia: nathan.compan@uca.fr

Palabras claves: Industria 4.0 , Nuevas Tecnologías, HMI, Habilitación colaborativo Situaciones , Diseño de puestos de trabajo

INTRODUCCION

Es clásico en ergonomía apoyar proyectos de diseño (Daniellou, Barcellini & Van Belleghem, 2013) con el fin de promover el desarrollo de las habilidades y la capacidad de acción de los operadores garantizando el desempeño industrial. Sin embargo, para la mayoría de los proyectos de implementación de “nuevas tecnologías”, particularmente en el contexto de la “industria del futuro”, los temas específicos de la actividad humana no están realmente integrados.

OBJETIVOS

Nuestro objetivo es, por tanto, orientar el diseño de puestos de trabajo colaborativos en la fábrica “del futuro” donde, desde la perspectiva de la ergonomía de la actividad, la tecnología debe contribuir a ampliar la capacidad de acción del operario. Nuestro enfoque se basa en gran medida en el enfoque instrumental propuesto por Rabardel (Rabardel, 1995; Folcher & Rabardel, 2004). Este enfoque de la actividad mediada, a través de artefactos, se centra en el uso que los humanos hacen de las herramientas. Hemos establecido previamente los criterios para una situación de colaboración habilitante, destinados a guiar a los diseñadores (Enabling Collaboration Situations, ECS) (Compan & al., 2021).

METODOLOGIA

Estamos estudiando las condiciones para adoptar el SEC. El ECS tiene 3 criterios, 1: aprender una nueva forma más eficiente de hacer las cosas y mantener este aprendizaje, 2: incrementar las posibilidades y formas de hacer las cosas disponibles en situaciones colaborativas, 3: ajuste de los atributos de la pareja Hombre -Tecnología en función de la situación. El tercer criterio tiene dos dimensiones: el uso inmediato de la tecnología y el funcionamiento cotidiano de la organización. Pretendemos evaluar el impacto, en la actividad de los ingenieros en formación, de los criterios de un ECS y los métodos de su presentación.

El primer experimento exploratorio consistió en que los participantes (principalmente estudiantes de doctorado en ingeniería) probaran una estación de entrenamiento experimental equipada con gafas de realidad aumentada. Una vez asumido el puesto, así como las distintas tareas asociadas, solicitamos a los sujetos (N=8) que nos facilitaran unas especificaciones en las que debían concretar criterios de mejora del puesto. Para algunos sujetos (N=2), estos criterios eran clásicos, del tipo “tener en cuenta el factor humano”, mientras que para otros (N=3), les habíamos proporcionado documentación en la que se detallaba cada elemento que implican los diferentes criterios de la ECS. Finalmente, 3 participantes realizaron las 2 condiciones.

El segundo estudio exploratorio consistió en una intervención puntual de un ergónomo para presentar el ECS. Esto se efectuó durante un curso donde a los estudiantes ingenieros tuvieron por consigna defender el interés de un proyecto de mejora tecnológica de un puesto de trabajo frente a una dirección. Hicimos la presentación de cada uno de los criterios, acompañada de ejemplos, con 7 estudiantes (en el segundo año de la escuela de Ingeniería Industrial de Grenoble). También analizamos las respuestas de otros 7 estudiantes que trabajaron en temas similares, pero sin nuestra presentación del ECS.

El tercer estudio se realizó durante otro curso para otro grupo de estudiantes de ingeniería (2 grupos de 3 estudiantes) encargados de diseñar un prototipo de situación de trabajo. El objetivo era introducir un cobot en una estación de trabajo. Hicimos un seguimiento del proyecto (4 sesiones de 4 horas por grupo durante un período de 3 meses) y les proporcionamos nuestros criterios para un ECS en forma de pliegos negociados y saneados, de los que quitamos el aspecto del día a día de la organización (segunda parte del criterio 3). El acompañamiento propuesto nos permitió responder a sus preguntas y entrevistarlos al final de cada sesión de trabajo.

RESULTADOS

El primer estudio exploratorio nos permitió observar que los participantes no modificaron su conducta ante una lista de criterios. Los temas se centran en gran medida en sugerencias tecnocéntricas para mejorar el dispositivo. Por otro lado, a través del apoyo ocasional de un ergónomo (segundo estudio exploratorio), los estudiantes de diseño pueden captar los criterios y tenerlos en cuenta para orientar ligeramente su proyecto de diseño: 4 de los 7 estudiantes que se beneficiaron de la presentación integrada en su presentación final una diapositiva sobre el factor humano, y 6 estudiantes de 7 trataron de tener en cuenta los criterios de ECS presentados en clase.

Finalmente, el tercer experimento nos muestra que el apoyo longitudinal de un ergónomo permite a los estudiantes de ingeniería captar los criterios del ECS: los límites tecnológicos (puerto de carga)

parecen ralentizar al cobot pero las situaciones prototipadas son más eficientes y parecen sostenibles (criterio 1). Además, los dos grupos han diseñado una situación que presenta varias posibilidades de modos de funcionamiento (criterio 2). Finalmente, los grupos favorecieron la transparencia operativa (folleto, formación, “gestión visual”, etc.) así como el diseño continuo en uso (personalización del cobot, preprogramación, etc.) (criterio 3). Sin embargo, observamos heterogeneidad en el uso de los criterios entre los grupos (principalmente en el criterio 3). Algunos de los puntos del ECS traducidos a situación no son llevados directamente por la tecnología y por lo tanto representan un golpe adicional de uso para el usuario. Por ejemplo, para la transparencia operativa (Rabardel, 1995), no se consideró en absoluto la transmisión de información directamente por la tecnología. Aunque los estudiantes de ingeniería plantean el “factor humano”, en general observamos respuestas más bien tecnocéntricas, probablemente favorecidas por el hecho de que los grupos no simulaban realmente los usos.

Por lo tanto, parecería que los diferentes criterios de un ECS son difíciles de entender, sin el apoyo de un ergónomo capaz de presentar los criterios y responder a sus preguntas. Además, no se pudo observar el trabajo real con un operario en el nuevo puesto de trabajo, la dinámica colectiva y organizacional o incluso la capacitación.

CONCLUSIONES

El ECS permite proporcionar criterios exigentes adaptados a las situaciones de campo observadas (Compan, 2021) y a la formación. La presencia de los ergónomos en los procesos de concepción, con el fin de acercar los criterios de trabajo y actividad humana, parece decisiva a la vista de nuestros resultados. El ECS, a través de un ergónomo, puede cubrir estas necesidades de formación y apoyo de los ingenieros, para que desarrollen su capacidad para llevarlas a cabo en el diseño. Sin embargo, estos resultados deben tomarse con cautela, ya que conciernen, por un lado, a estudiantes de ingeniería (y no a ingenieros profesionales) en el marco de la docencia de su carrera. Futuras investigaciones deberían ampliar estos primeros resultados.

REFERENCIAS

Compan, N., Coutarel, F., Brissaud, D., & Rix-Lièvre, G. (2021). Enabling Collaborative Situations in 4.0 Industry: Multiple Case Study. Congress of the International Ergonomics Association, 614-620. Springer, Cham.

Barcellini, F., Van Belleghem, L., & Daniellou, F. (2013). Les projets de conception comme opportunité de développement des activités. *Ergonomie constructive*. 191. Presses Universitaires de France.
<https://doi.org/10.3917/puf.falzo.2013.01.0191>

Folcher V., Rabardel P. (2004) Hommes-Artefacts-Activités : perspective instrumentale. *L'ergonomie*, PUF, 251-268.

Rabardel, P. (1995). Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains. 195.

Yin, R. K. (2013). Validity and generalization in future case study evaluations. *Evaluation*, 19(3), 321-332

Actas “XII Congreso Internacional de Ergonomía de la Sociedad Chilena de Ergonomía (SOCHERGO), Copiapó 2021: La intervención ergonómica para la transformación del trabajo”

(VERSIÓN ORIGINAL/ VERSION ORIGINALE)

AREA TEMÁTICA: INDUSTRIA 5.0 Y ERGONOMÍA

T-INV-0004

ÉTUDE DE L'APPORT DE LA SITUATION DE COLLABORATION CAPACITANTE POUR L'ACTIVITÉ DE CONCEPTION DES INGÉNIEURS

AUTEURS: Nathan Compan ¹, Fabien Coutarel ¹, Daniel Brissaud ², Géraldine Rix-lièvre ³

1.Université Clermont Auvergne, ACTÉ, f-63000 Clermont-Ferrand, France

2. Université Grenoble Alpes, CNRS, Laboratoire G-Scop, Grenoble, France

3.Université Clermont Auvergne, ACTÉ, f-63000 Clermont-Ferrand, France

Correspondance: nathan.compan@uca.fr

Mots Clés: 4.0 Industry, New Technologies, HMI, Enabling Collaborative Situations, Workstation design

INTRODUCTION

Il est classique en ergonomie d'accompagner les projets de conception (Daniellou, Barcellini & Van Belleghem, 2013) afin de favoriser le développement des compétences et des capacités d'action des opérateurs tout en garantissant la performance industrielle. Cependant, pour la plupart des projets d'implémentation de « nouvelles technologies », notamment dans le cadre de l'« industrie du futur », les enjeux propres à l'activité humaine ne sont pas réellement intégrés..

OBJECTIF

Notre objectif est donc de guider la conception des postes de travail collaboratifs de l'usine « du futur » où, dans la perspective de l'ergonomie de l'activité, la technologie doit contribuer à étendre durablement les capacités d'action de l'opérateur. Notre approche s'appuie largement sur l'approche instrumentale proposée par Rabardel (Rabardel, 1995 ; Folcher & Rabardel, 2004). Cette approche de l'activité médiatisée, via les artefacts, se centre sur l'usage que font les humains des outils. Nous avons précédemment établi les critères d'une situation de collaboration capacitante, destinés à guider les concepteurs (Enabling Collaboration Situations, ECS) (Compan & al., 2021).

MÉTHODOLOGIE

Nous étudions les conditions d'appropriation de l'ECS. L'ECS comporte 3 critères, 1: apprentissage d'une nouvelle manière de faire plus performante et maintien de cet apprentissage, 2: accroissement des possibilités et des manières de faire disponibles dans les situations de collaboration, 3: ajustement des attributs du couple Homme-Technologie en fonction de la situation. Le troisième critère comporte deux dimensions : l'usage immédiat de la technologie et le fonctionnement courant de l'organisation. Nous cherchons à apprécier l'impact, sur l'activité d'ingénieurs en formation, des critères d'une ECS et des modalités de leur présentation.

La première expérimentation exploratoire consistait à faire essayer aux participants (principalement des doctorants ingénieurs) un poste expérimental de formation équipé de lunettes de réalité augmentée. Une fois que le poste, ainsi que les différentes tâches associées, étaient pris en main, nous demandions aux sujets (N=8) de nous fournir un cahier des charges dans lequel ils devaient spécifier des critères d'amélioration du poste. Pour certains sujets (N=2), ces critères étaient classiques, du type “prenez en compte le facteur humain”, alors que pour d'autres (N=3), nous leur avons fourni une documentation

détaillant chaque élément sous-entendu par les différents critères de l'ECS. Enfin, 3 participants ont effectué les 2 conditions.

La seconde étude exploratoire consistait en une intervention ponctuelle d'un ergonome pour présenter l'ECS. Celle-ci était effectuée lors d'un enseignement où des étudiants ingénieurs avaient pour consigne de défendre l'intérêt d'un projet d'amélioration technologique d'un poste de travail auprès d'une direction. Nous avons réalisé la présentation de chacun des critères, accompagnée d'exemples, auprès de 7 étudiants (en seconde année de l'école Génie Industriel de Grenoble). Nous avons également analysé les réponses de 7 autres étudiants qui ont travaillé sur des thématiques similaires mais sans notre présentation de l'ECS.

La troisième étude était réalisée lors d'un autre enseignement pour un autre groupe d'élèves ingénieurs (2 groupes de 3 étudiants) chargés de concevoir une situation de travail prototypée. L'objectif était d'introduire un cobot sur un poste de travail. Nous avons effectué un suivi du projet (4 séances de 4h par groupe sur une durée de 3 mois) et nous leur avons fourni nos critères d'une ECS sous la forme d'un cahier des charges négocié, aseptisé, dont on a retiré l'aspect du fonctionnement courant de l'organisation (second volet du critère 3). L'accompagnement proposé nous a permis de répondre à leurs questionnements et de les interroger à la fin de chaque séance de travail.

RÉSULTATS

La première étude exploratoire nous a permis de constater que les participants ne modifient pas leurs comportements lorsqu'on leur donne une liste de critères. Les sujets se concentrent largement sur des suggestions technocentrées d'amélioration du dispositif. En revanche, via un accompagnement ponctuel par un ergonome (seconde étude exploratoire), les étudiants concepteurs peuvent se saisir des critères et en tenir compte pour orienter légèrement leur projet de conception: 4 des 7 étudiants qui ont bénéficié de la présentation ont intégré à leur présentation finale une diapositive sur le facteur humain, et 6 étudiants sur 7 ont essayé

de prendre en compte les critères de l'ECS présentés en cours.

Enfin, la troisième expérimentation nous montre qu'un accompagnement longitudinal par un ergonome permet aux étudiants ingénieurs de se saisir des critères de l'ECS: des limites technologiques (port de charge) semblent ralentir le cobot mais les situations prototypées sont plus performantes et semblent durables (critère 1). De plus, les deux groupes ont conçu une situation qui présente plusieurs possibilités de modes opératoires (critère 2). Enfin, les groupes ont favorisé la transparence opérative (fascicule, formation, "management visuel", etc.) ainsi que la conception continuée dans l'usage (personnalisation du cobot, préprogrammation, etc.) (critère 3). Cependant, nous observons entre les groupes une hétérogénéité d'utilisation des critères (principalement sur le critère 3). Certains des points de l'ECS traduits en situation ne sont pas portés directement par la technologie et représentent donc un coup d'usage supplémentaire pour l'utilisateur. Par exemple, pour la transparence opérative (Rabardel, 1995), la transmission d'informations directement par la technologie n'a pas du tout été envisagée. Bien que les étudiants ingénieurs aient mis en avant le "facteur humain", nous observons globalement des réponses assez technocentrées, probablement favorisées par le fait que les groupes n'ont pas réellement simulé les usages.

Il semblerait donc que les différents critères d'une ECS sont difficilement appréhendables, sans l'accompagnement d'un ergonome capable de présenter les critères et de répondre à leurs questions. De plus, le travail réel avec un opérateur sur le nouveau poste, les dynamiques collectives et organisationnelles ou encore la formation n'ont pas pu être observés.

CONCLUSIONS

L'ECS permet de fournir des critères exigeants et adaptés aux situations de terrain observées (Compan, 2021) et à la formation. La présence des ergonomes dans les processus de conception, afin de porter les critères du travail et de l'activité

humaine, semble déterminante à la vue de nos résultats. L'ECS, via un ergonomiste, peut répondre à ces besoins de formation et d'accompagnement des ingénieurs, pour qu'ils développent leur capacité à les porter en conception. Ces résultats doivent cependant être pris avec précaution, puisqu'il concernent d'une part des étudiants ingénieurs (et non des ingénieurs professionnels) dans le cadre d'enseignements de leur cursus. De futures recherches devront prolonger ces premiers résultats.

RÉFÉRENCES

Compan, N., Coutarel, F., Brissaud, D., & Rix-Lièvre, G. (2021). Enabling Collaborative Situations in 4.0 Industry: Multiple Case Study. Congress of the International Ergonomics Association, 614-620. Springer, Cham.

Barcellini, F., Van Belleghem, L., & Daniellou, F. (2013). Les projets de conception comme opportunité de développement des activités. *Ergonomie constructive*. 191. Presses Universitaires de France. <https://doi.org/10.3917/puf.falzo.2013.01.0191>

Folcher V., Rabardel P. (2004) Hommes-Artefacts-Activités : perspective instrumentale. *L'ergonomie*, PUF, 251-268.

Rabardel, P. (1995). Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains. 195.

Yin, R. K. (2013). Validity and generalization in future case study evaluations. *Evaluation*, 19(3), 321-332