

# Un Procedimiento Basado en Escenarios Ficticios para Evaluar el Entrenamiento de Equipos Asistido por Entornos Virtuales Colaborativos

Raúl A. Aguilar \* Angélica de Antonio ♥ Manuel E. Prieto ✦

## Resumen

En este artículo se describe un procedimiento de evaluación basado en escenarios ficticios, el cual ha sido utilizado para realizar el análisis comparado de dos estrategias de entrenamiento transversal aplicadas como técnicas de instrucción en la iniciación de equipos humanos que serán entrenados en tareas de naturaleza sociotécnica. La estrategia de entrenamiento utiliza dos escenarios ficticios a través de los cuales se promueven de manera transversal, conocimientos, habilidades y actitudes, propios del dominio seleccionado para el entrenamiento. Se utiliza un entorno virtual colaborativo como medio de interacción para integrar y proveer de instrucción al equipo humano.

**Palabras claves:** *Entornos Virtuales Colaborativos, Entrenamiento Transversal, Entrenamiento en Equipo, Escenarios Ficticios.*

## Abstract

A procedure for the evaluation of instructional techniques based on fictitious scenarios is described; it has been used to make the compared analysis of two strategies of cross-training applied as instructional techniques in the initiation of human groups that will be trained in tasks of sociotechnical nature. The training strategy uses two fictitious scenarios through which knowledge, abilities, and attitudes related to the domain selected for the training are promoted in a crossed way. A collaborative virtual environment is used as the medium to integrate and to provide instruction to the group of trainees.

**Keywords:** *Collaborative Virtual Environments, Cross Training, Team Train, Fictitious Scenarios.*

## 1 Introducción

El entrenamiento es una actividad formativa que promueve el aprendizaje de conocimientos en los niveles inferiores del dominio cognoscitivo, así como habilidades en el dominio psicomotor; sin embargo, cuando se realiza con grupos humanos (equipos), el ámbito del aprendizaje se extiende al dominio relacional/social, e incluso en ocasiones a niveles

---

\* Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México, avera@tunku.uady.mx

♥ Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, angelica@fi.upm.es

✦ Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real, España, Manuel.Prieto@uclm.es

superiores del dominio cognoscitivo. Por lo anterior, el sistema instruccional utilizado para el entrenamiento [8] tanto en la integración del grupo, como durante su ejercitación, resulta un factor fundamental para el desarrollo de esquemas cognitivos compartidos que puedan favorecer el trabajo en equipo [5].

En el ámbito de la investigación del trabajo en grupo asistido por computadora, la interacción promovida al interior del equipo como métrica de la cohesión del grupo, es un tema analizado con enfoques de muy diversa índole, como por ejemplo: el aprendizaje promovido a través del entorno [7], la actividad generada con espacios de trabajo compartidos [9], el tipo de conocimiento que se comparte cuando el entorno utilizado es inteligente [11], por mencionar algunos. No obstante, la instrucción utilizada en el proceso previo a la ejecución de una tarea, es decir, durante la integración e iniciación del grupo en la tarea, suele ser un tema poco abordado, pero no menos importante para el entrenamiento de equipos.

En este artículo se presenta un procedimiento para evaluar aspectos relacionados con la instrucción aplicada durante el entrenamiento de equipos humanos, utilizando como medio de interacción, un entorno virtual basado en la colaboración; en específico, se describe un estudio experimental de carácter exploratorio, que compara dos estrategias de entrenamiento transversal utilizadas durante la iniciación de grupos humanos.

La estrategia en la que se fundamenta el proceso del entrenamiento [2], pretende que los individuos adquieran de manera transversal, conocimientos, habilidades y actitudes, en cada uno de los dominios de aprendizaje en los que incide el entrenamiento; así mismo, considera la evolución de un modelo mental compartido entre los integrantes del grupo a través de las fases que la integran (ver figura 1); el modelo compartido permitiría mejorar tanto el proceso, como el producto del trabajo en grupo.

Fases	Niveles de Interacción			
	Comunicación	Coordinación	Cooperación	Colaboración
Integración				
Ejecución				
Evaluación				
Mejora				

**Fig. 1. Interacción a través de las fases de la estrategia**

## 2 Un Estudio Experimental

El propósito del estudio consistió en explorar los resultados en el desempeño de equipos humanos que han sido instruidos con Entornos Virtuales Colaborativos (EVC) mediante técnicas diferentes para su entrenamiento. Subyace en éste estudio, nuestro interés en validar la utilización de EVC para realizar reuniones virtuales; la eficacia de dicha tecnología, justificaría su utilización como alternativa a las reuniones presenciales, sobre todo, en aquellas situaciones en las que los integrantes del equipo se encuentren en condiciones espacio-temporales limitadas, las cuales impidan o dificulten un encuentro presencial previo a la ejecución de la tarea.

Con base en el propósito descrito, se diseñó un experimento a partir de la siguiente pregunta de investigación:

*¿Existe diferencia en el rendimiento observable de equipos humanos que son iniciados en una tarea colaborativa, mediante la utilización de técnicas de instrucción diferentes?*

Para evaluar el rendimiento observable del equipo, se seleccionaron los factores: eficiencia y eficacia. Así mismo, se seleccionaron dos técnicas utilizadas en el entrenamiento transversal de equipos humanos [4], dichas técnicas son conocidas bajo los nombres de: Rotación Posicional (RP), y Clarificación Posicional (CP). En cuanto a la actividad sobre la que se realizaron las mediciones, consistió en el diseño de un plan de ejecución para una tarea de naturaleza sociotécnica.

### 2.1 Objetivos

El objetivo del experimento consistió en determinar si existe diferencia alguna en la eficiencia y/o eficacia respecto del diseño de un plan elaborado por equipos humanos que han sido iniciados en actividades de entrenamiento, utilizando técnicas de instrucción diferentes.

### 2.2 Hipótesis

Con base en el doble objetivo, se plantearon dos hipótesis de investigación:

H1<sub>0</sub>: El tiempo medio (eficiencia) utilizado para la tarea de planificación por los equipos que fueron iniciados utilizando la técnica RP, es igual al utilizado por los equipos integrados con la técnica CP.

H2<sub>0</sub>: La calidad del plan (eficacia) diseñado por los equipos que fueron iniciados utilizando la técnica RP, es igual a la obtenida por aquellos que fueron iniciados con la técnica CP.

De forma tal, que las hipótesis alternativas permitirían demostrar que los equipos iniciados con la técnica RP son más eficientes y/o más efectivos que los que fueron iniciados con la técnica CP.

## 2.3 Variables

La técnica de instrucción aplicada durante la iniciación del equipo en la tarea, fue utilizada como variable independiente para el estudio; las alternativas (valores) fueron las técnicas: Clarificación Posicional (CP) y Rotación Posicional (RP). Los efectos de la variable independiente sobre la realización de la tarea fueron medidos en las variables: eficiencia y eficacia.

*CP:* Tiene como objetivo proveer a los integrantes del equipo con un conocimiento general de cada una de las responsabilidades asociadas, así como de la estructura del equipo.

*RP:* Provee a los integrantes del equipo, con un conocimiento práctico acerca de las tareas específicas del trabajo para cada uno de los miembros. Es una técnica similar a la rotación en el trabajo; con ésta, los integrantes del equipo obtienen conocimiento y experiencia de primera mano al realizar las tareas específicas de los demás.

### 2.3.1 Definiciones Operacionales

*Técnica CP.* Un tutor humano describe en una reunión grupal: la situación problemática sobre la que se fundamenta la tarea del equipo, la tarea específica que tiene que ser resuelta, el plan diseñado para su resolución, así como los roles asignados a cada uno de los integrantes del equipo.

*Técnica RP.* En un primer momento se aplica la técnica de CP; posteriormente, mediante una serie de reuniones privadas con subgrupos del equipo, el tutor humano coordina la reasignación de roles iniciales. En estas reuniones privadas, son los propios integrantes quienes les explican a sus pares los roles inicialmente asignados.

*Eficiencia.* Tiempo (en minutos) utilizado para la realización de una actividad.

*Eficacia.* Valor (numérico) obtenido al evaluar el plan diseñado, de acuerdo con una función de calidad predefinida.

## 3 Metodología

La estrategia para entrenamiento que sirve de marco para este experimento, ha sido diseñada pensando en un tipo de personal (especializado) que requiere ejecutar tareas de naturaleza sociotécnica, como por ejemplo: operación o mantenimiento de equipamientos, operaciones de rescate, operaciones militares, etc.

Debido a que la muestra para el experimento sería obtenida en la propia universidad del grupo investigador, se identificó un tipo de dominio común a la población que pudiese servir como conocimiento inicial para el entrenamiento; en este caso consistió en el conocimiento espacial respecto de la ubicación de cada uno de los edificios que integran el campus, así como de los diversos trayectos que interconectan a cada uno de ellos. Con base en dicho conocimiento, se diseñó una tarea relacionada con el problema del transporte, matizándola para convertirla en una situación problemática con cierto riesgo humano.

Considerando la población objetivo identificada, y la tarea ficticia elaborada, se planteó un diseño experimental para evaluar la diferencia de medias en dos factores relacionados con la realización de una tarea grupal, utilizando para ello dos muestras independientes.

### 3.1 Participantes

Se realizó una convocatoria, con la que se obtuvo una muestra de 18 alumnos que permitieron integrar seis equipos de tres sujetos diferentes cada uno.

Para evitar que las características de los integrantes de cada equipo pudiesen influir de manera no controlada en el experimento, se integraron grupos de trabajo lo más homogéneos posible. Las principales características que fueron controladas en los sujetos de la muestra, fueron: el género (hombres: 12, mujeres: 6), la nacionalidad (españoles: 8, extranjeros: 10), y tipo de programa curricular (licenciatura: 10, doctorado: 8). Adicionalmente se se tuvo el cuidado de verificar que los integrantes de cada equipo no hubiesen trabajado de manera conjunta previamente (factor que también pudiese influir de manera no controlada en el experimento), y en el mejor de los casos, que no hubiesen tenido contacto alguno antes de realizar el experimento.

### 3.2 Diseño Experimental

Con los seis equipos que se integraron, se programaron sesiones experimentales para dos días, de acuerdo al diseño que se ilustra en la tabla 1.

**Tabla 1. Diseño Experimental**

Equipos	Días	Técnica Instruccional
I, II, III	1	Clarificación Posicional (CP)
V, V, VI	2	Rotación Posicional (RP)

### 3.3 Procedimiento

Cada sesión experimental se organizó en tres etapas:

1. Reunión virtual (45'-50'). El tutor humano, de acuerdo con la definición operacional para los valores considerados de la variable independiente, aplicó a cada equipo una de las dos técnicas de instrucción (ver diseño experimental) utilizando como herramienta de interacción, un entorno virtual colaborativo.
2. Ejecución del plan (20'-22'). El equipo ejecutó el plan en un entorno real. Cada equipo acordó el mecanismo de coordinación para el inicio de las actividades que deberían realizarse en paralelo.
3. Diseño del nuevo Plan (10'-40'). El equipo humano diseñó un nuevo plan para la ejecución de la tarea en una situación similar a la considerada en la etapa previa, lo anterior, con base en el esquema mental adquirido en la primera etapa (iniciación del equipo en la tarea), y refinado con la segunda (ejecución del plan).

La evaluación de la eficacia y eficiencia para el trabajo en equipo se centró en la tercera etapa de la sesión experimental, en la cual se registró tanto la hora de inicio como la de finalización de la tarea post ejecución.

### 3.4 Entorno Virtual

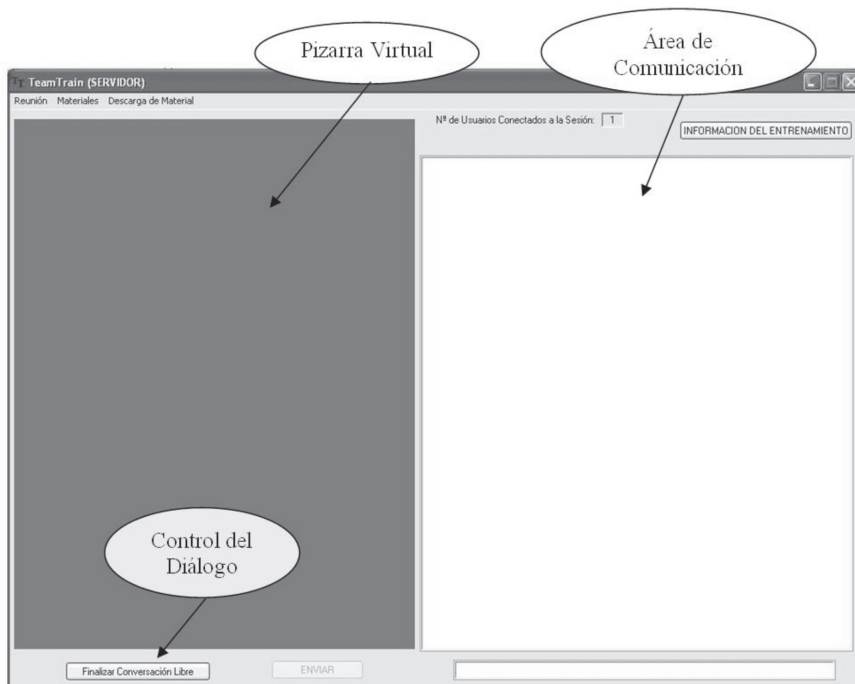
Un Entorno Virtual Colaborativo (EVC) es un espacio virtual (o conjunto de espacios) distribuido, basado en computadora, en donde la gente puede encontrarse e interactuar con otras personas, con agentes o con objetos virtuales [10]. Dependiendo de la representación que el EVC ofrezca, dichos entornos pueden ser clasificados en [1]:

- ✓ Entornos unidimensionales. Utilizan solamente texto en combinación con algunos símbolos (*emoticons*).
- ✓ Entornos bidimensionales. Utilizan texto pero complementándose con el uso de figuras (p.e. *comics*), aunque su uso al parecer no ha tenido mucho éxito.
- ✓ Entornos en tres dimensiones (3D). Son conocidos también como entornos de realidad virtual (RV). Los entornos de RV pueden ser clasificados en función del grado de inmersión que ofrecen.

El prototipo del EVC (ver figura 2) utilizado durante primera fase del experimento [3], ofrece como funcionalidades principales:

- ✓ Un servicio de comunicación de tipo IRC, que permite al equipo humano mantener una interacción síncrona.
- ✓ Una pizarra virtual, en la cual el tutor humano puede reproducir vídeos o secuencias, visualizar diagramas, documentos, etc. durante la descripción de la tarea por ejecutar.
- ✓ El control del diálogo, que permite al tutor humano moderar la comunicación durante la reunión virtual.
- ✓ El registro del diálogo mantenido durante la sesión, que permite el análisis de la interacción mantenida durante una sesión de instrucción.

El entorno virtual se implementó utilizando el lenguaje Visual C++; para proveer la comunicación se han utilizado librerías de DirectX, y el modelo de persistencia de datos es gestionado con MySQL Server 4.1.



**Fig. 2. Entorno Virtual para la Integración**

### 3.5 Escenarios Ficticios

Se diseñó una problemática ficticia, en la que el grupo a entrenarse debería de integrar un equipo SWAT (*Special Weapons and Tactics*) con la misión de rescatar unidades radioactivas localizadas en un área geográfica. El propósito fué desarrollar un modelo conceptual compartido en el equipo humano, el cual permitiese alcanzar cierto nivel de ejecución en el diseño de nuevos planes para tareas similares a la propuesta.

#### 3.5.1 Primer Escenario

El primer escenario se situó en la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid, el escenario sirvió como marco de referencia para las primeras dos etapas de la sesión experimental. La tarea consistió en transferir hacia una central de destrucción (B5), tres unidades radioactivas (U1, U2 y U3) localizadas en edificios de la Facultad (B1, B2 y B4), el transporte fue realizado a través de rutas interconectadas por un nodo central (Parada del Autobus) en la cual se realizaron las tranferencias de las unidades entre los integrantes del equipo. El maximo tiempo de exposición a la radiación por parte de algún agente, fue el argumento utilizado para realizar las tranferencias en el nodo de interconexión. La figura 3 ilustra el mapa y rutas utilizadas para la ejecución de la tarea en el primer escenario.

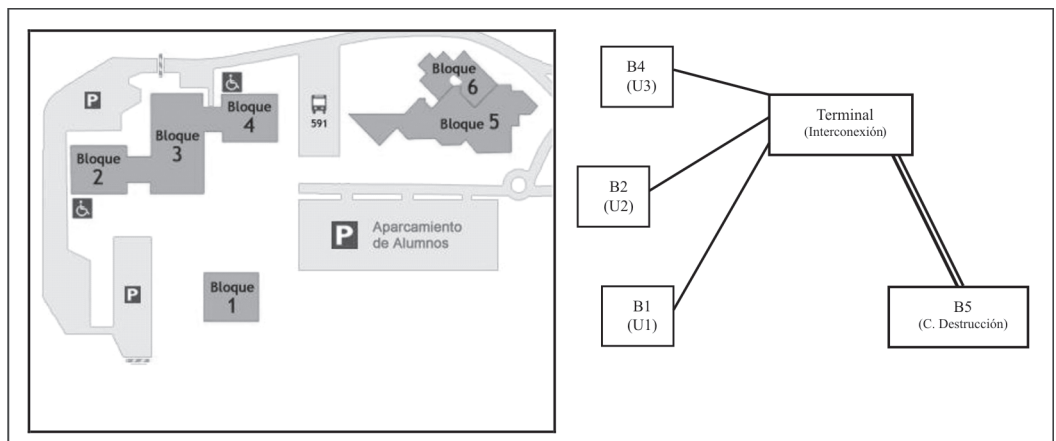


Fig. 3. Primer escenario ficticio

Las restricciones utilizadas para el diseño del plan en el primer escenario, fueron las mismas utilizadas para el diseño del plan propuesto (ver figura 4) en la tercera etapa de la sesión experimental; dichas restricciones se listan a continuación:

1. Un Agente solo puede trasladar una unidad radioactiva en un trayecto determinado.



2. Un Agente no puede exponerse de manera consecutiva en más de una unidad temporal (tiempo que se requiere para desplazarse en un trayecto) a una unidad radioactiva.
3. En un trayecto solo se puede desplazar un Agente durante una unidad temporal.
4. Durante la realización de la tarea, dos o más unidades radioactivas no deben coincidir y/o permanecer juntas en algún nodo (Excepto en la central de destrucción).
5. El tiempo de exposición total a la radiación de un agente del equipo humano, debe de ser proporcional al tiempo total de exposición del equipo humano y distribuido de manera equitativa entre los miembros del grupo, tanto como sea posible.

<b>Plan de Ejecución</b>									
<i>Agentes</i>	<i>Unidades Temporales</i>								
	<i>UT1</i>	<i>UT2</i>	<i>UT3</i>	<i>UT4</i>	<i>UT5</i>	<i>UT6</i>	<i>UT7</i>	<i>UT8</i>	<i>UT9</i>
<i>A</i>	T1↑	T2↑	T2↓ (1)	NI	T1↓ (3)	-	-	-	-
<i>B</i>	-	T1↑	T4↑	T4↓ (3)	T3↑	T3↓ (2)	T1↓	-	-
<i>C</i>	-	-	T1↑	T1↓ (1)	CD	CD	CD	T1↑	T1↓ (2)

T1: Trayecto que une la CD con el NI.                      CD: Central de destrucción.  
 T2: Trayecto que une el NI con el B1 (U1).              NI: Nodo de interconexión.  
 T3: Trayecto que une el NI con el B2 (U2).              Ui: Ubicación del explosivo i.  
 T4: Trayecto que une el NI con el B4 (U3)              (con i = 1..3)

Tx↑: Desplazamiento (en un solo sentido) entre dos nodos que unen el trayecto x.  
 Tx↑ (i):Traslado de la unidad radioactiva i en el trayecto x.

**Fig. 4. Plan de ejecución para segunda fase del experimento**

### 3.5.2 Segundo Escenario

La tercera etapa de la sesión experimental, se basó en un segundo escenario ficticio que se ubicó en el centro de la ciudad de Madrid, en específico, en ciertas estaciones de la red de metro (ver figura 5). La tarea a ser ejecutada también consistió en la transferencia de unidades radioactivas hacia una central de destrucción.

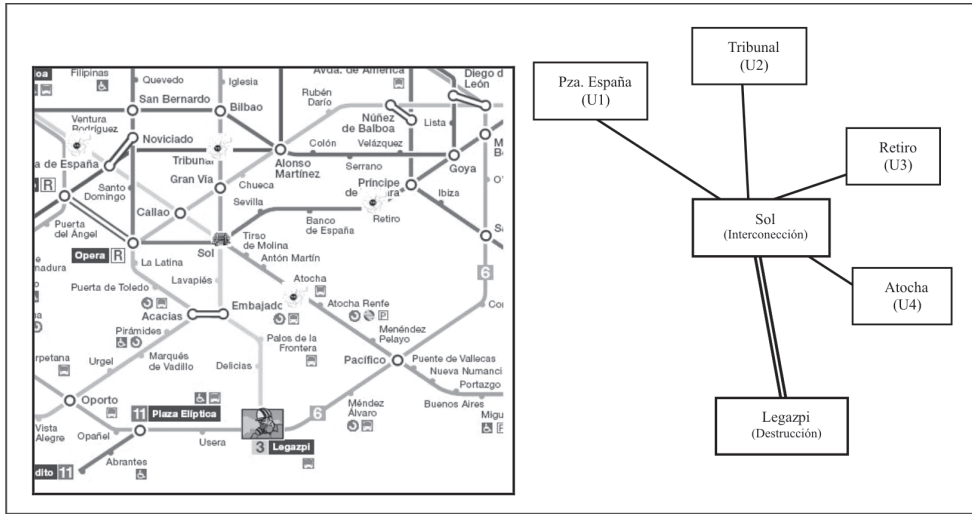


Fig. 5. Segundo escenario ficticio

### 3.6 Analisis de los Datos

Los planes diseñados por los equipos durante la tercera etapa fueron evaluados de acuerdo con una función de calidad (1) que consideraba tanto la bondad de los planes (2) como sus carencias (3). La calidad de los planes diseñados por los equipos, se consideró inversamente proporcional al valor obtenido de (2) y (3), es decir los planes de mejor calidad fueron los de menor valor numérico resultante.

$$\Theta(P) = \beta(P) + \mu(P) \quad (1)$$

La función de bondad (2) está basada en la quinta restricción para el diseño del plan.

$$\beta(P) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{U_i} j^2 \quad (2)$$

Donde n es igual al número total de agentes en el equipo, y  $U_i$  es el total de unidades transportadas de un nodo a otro adyacente por el Agente i en el plan.

La función de carencia (3) considera el tipo de error cometido (que se corresponde con las primeras cuatro restricciones establecidas para el diseño), así como el número de veces en que cada equipo cometió dicho error.

$$\mu(P) = \sum_{i=1}^4 x_i \tau_i \quad (3)$$

Donde  $x_i$  representa el número de veces que el error de tipo  $i$  fue cometido, y  $\tau_i$  representa la penalización por el error correspondiente. Los valores de la penalización para cada uno de los errores se obtuvieron de las diferencias máximas entre los valores de los planes ponderados de acuerdo con (2). La tabla 2 ilustra los valores obtenidos con la función de calidad en el segundo escenario ficticio. Dichos valores sirvieron para evaluar el desempeño del equipo.

**Tabla 2. Valores obtenidos con la función de calidad**

Plan	Agentes			$\beta(P)$	$\tau_x$	Tipo de error
	$A_1$	$A_2$	$A_3$			
P1	3	3	2	33	-	-
P2	4	2	2	40	-	-
P3	4	3	1	45	-	-
P4	4	4	0	60	15	3
P5	5	3	0	69	9	4
P6	6	1	1	93	24	2
P7	6	2	0	96	-	-
P8	7	1	0	141	45	1
P9	8	0	0	150	-	-

## 4 Resultados

Las medias que se obtuvieron para los dos factores evaluados, de acuerdo con el diseño experimental planteado, arrojan los valores que se ilustran en la tabla 3; de dicha tabla se puede deducir que en términos generales los equipos iniciados con la técnica RP utilizaron más tiempo de planificación, sin embargo, son lo que generaron los planes de mayor calidad, en comparación de los equipos iniciados con la técnica CP.

**Tabla 3. Medias de los factores**

Instrucción	$\bar{\Theta}(P)$	$\bar{t}$
CP	64	19'
RP	48	26'

A pesar de que a los equipos no se les presentó de manera expresa tabla 2, se pudo inferir durante el análisis de los datos, que todos los equipos optaron por diseñar el plan de mejor calidad (P1), por lo que la bondad del tipo de plan no fue de utilidad para encontrar diferencia alguna entre los equipos. Sin embargo, el aspecto relacionado con la carencia de los planes generó cierta información que vale la pena comentar: el equipo I cometió dos errores del tipo 2, y un error del tipo 3, mientras que los equipos III y VI cometieron dos y tres errores del tipo 3, respectivamente.

Para indagar un poco más en los datos obtenidos, se realizó un análisis estadístico para determinar la diferencia en las medias de las dos muestras independientes, y los resultados fueron los siguientes:

Eficiencia (Tiempo)

$t(4) = -.677; p = .535$        $p > .05$       Por lo que se acepta  $H1_0$

Se puede decir que no existe diferencia significativa entre el tiempo medio (eficiencia) utilizado durante la tarea post ejecución por los equipos que fueron iniciados utilizando la técnica RP, en comparación con los equipos iniciados con la técnica CP.

Eficacia (Calidad del plan)

$t(4) = -.679; p = .535$        $p > .05$       Por lo que se acepta  $H2_0$

Se puede decir también, que no existe diferencia significativa en la calidad de los planes diseñados (eficacia) por los equipos que fueron iniciados utilizando la técnica RP, en comparación con la calidad de los planes diseñados por los equipos iniciados con la técnica CP.

## 5 Conclusiones

Los resultados del experimento, en las condiciones bajo las cuales que fue realizado, no permiten inferir diferencia alguna en el rendimiento de los equipos que fueron iniciados con las técnicas CP en comparación con los iniciados con la técnica RP.

Los autores consideran que los escenarios ficticios utilizados para la tarea, pudieron no ser lo suficientemente complejos para que las técnicas utilizadas hubiesen promovido efectos diferenciados en el aprendizaje, y en el posterior rendimiento de los equipos. Así mismo, se ha considerado que el número de equipos (unidades experimentales) que integraron la muestra fue limitado (6), por lo que posiblemente la muestra no tuvo una representación suficiente de la población. Por otro lado, de acuerdo con la teoría consultada [4] y los resultados obtenidos, se ha considerado que la variable dependiente “eficiencia”, debió ser controlada y utilizada como factor estresante (presión del tiempo) ante la tarea propuesta.

Aunque los resultados obtenidos con éste estudio no son concluyentes, los autores consideran que la mayor aportación del trabajo descrito, ha sido el diseño de un procedimiento de evaluación basado en escenarios ficticios, el cual puede ser utilizado para el análisis de diversos aspectos relacionados con la instrucción que se proporciona durante el entrenamiento, en específico, con la instrucción asistida por EVC. Por otro lado, los resultados permiten inferir (aunque de manera empírica) que la utilización de EVC

para realizar reuniones virtuales, es una opción viable como alternativa a las reuniones de forma presencial.

El equipo investigador viene trabajando en una arquitectura software para entornos virtuales inteligentes [6], el cual permitirá ejercitar tareas de entrenamiento mediante la utilización de un entorno basado en realidad virtual; con dicho entorno se podrán diseñar escenarios ficticios para tareas que resulten peligrosas de ejecutar en la realidad, y por ende, difíciles de entrenar.

Con las lecciones aprendidas en este estudio exploratorio, y teniendo en cuenta la futura disponibilidad de un entorno virtual inteligente, el equipo investigador se ha planteado como parte de sus trabajos futuros, diversificar la experimentación con la instrucción administrada durante el entrenamiento, utilizando para ello, el procedimiento de evaluación que ha sido descrito.

## Referencias

- [1] R.A. Aguilar. Entornos Virtuales Colaborativos, *Revista Educación y Ciencia. Nueva Época*. Vol. 8. No. 15 (29) pp. 45-56, 2004.
- [2] R.A. Aguilar y A. de Antonio. Entrenamiento de equipos: una estrategia asistida por entornos virtuales inteligentes, *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, No. 2 pp. 25-33, 2005.
- [3] R.A. Aguilar; J. Ramírez & J. Calleja. Evaluating a Collaborative Virtual Environment for Integration of Human Teams, *WSEAS Transactions on advances in Engineering Education*, Vol. 2, Issue 3. pp. 335-342, 2005.
- [4] E. Blickensderfer; J. Cannon-Bowers & E. Salas. Cross-Trainign and Team Performance. In J. Cannon-Bowers & E. Salas. *Making Decisions Under Stress*. APA, Wahington, USA. pp. 299-311, 1998.
- [5] J. Cannon-Bowers & E. Salas. Individual and Team Decision Making Under Stress: Theoretical Underpinnings. In J. Cannon-Bowers & E. Salas. *Making Decisions Under Stress*. APA, Wahington, USA. pp. 17-38, 1998
- [6] A. de Antonio; J. Ramírez; R. Imbert; G. Méndez & R.A. Aguilar, A. Software Architecture for Intelligent Virtual Environments Applied to Education. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, Universidad de Tarapacá. Vol. 13, No. 1 pp. 47-55, 2005.
- [7] P. Dillenbourg. *Collaborative Learning: Cognitive and Computational Approaches*. Elsevier, Oxford, UK. 1999.
- [8] R. Gagné & K. Medsker. *The Conditions of Learning. Training Applications*. Wadsworth-Thompson Learning, Belmont, USA. 1996.

- [9] M. Mühlenbrock. Action-based collaboration analysys for group learning. *Dissertations in Artificial Intelligence Program*. University of Duisburg, The Netherlands, IOS Press. 2001.
  
- [10] D. Snowdon, E.F., Churchill, & A.J. Munro. Collaborative Virtual Environments: Digital Spaces, Places for CSCW: An Introduction. In E.F. Churchil, D. Snowdon & A.J. Munro (eds), *Collaborative Virtual Environments: Digital Places and Spaces for Interaction*. London: Springer-Verlag. Chapter 1, 2001.
  
- [11] A. Soller. Computational analisys of knowledge sharing in collaborative distance learning. *Dissertations in Intelligent Systems Program*. University of Pittsburg. 2002.