



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

# COMPARACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

*Un análisis a través de un modelo basado en agentes*

**Por: José Ilic García**



**Profesor Guía:**

Dr. Fernando Izaurieta Aranda.

**Comisión Evaluadora:**

Dr. Claudio Faúndez, Dr. Gustavo Lima, Dr. Omar Barriga.

Tesis presentada a la Dirección de Postgrado de la Universidad de Concepción para optar al grado académico de Magíster en Ciencias con Mención en Física.

Junio 2020

Concepción, Chile.



© 2019, José Ilic García

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento.



A Cecilia García, la cordillera alta te espera.

## AGRADECIMIENTOS

Muchos fueron los que me ayudaron en esta importante etapa de mi vida, ya sea con abrazos, conversaciones, cafés, chelas o consejos. Dentro de todas estas personas no puedo evitar mencionar a aquellos que fueron parte profunda de este proceso. Así quiero agradecer especialmente a

Dr. Fernando Izaurieta por ser un gran mentor y un aún mejor amigo. Gracias por confiar en esta propuesta y jugártela.

Ignacio Ormazabal y Dr Hernan Astudillo por sumarse a este extraño proyecto.

Monserrat Rodríguez por apoyarme y soportarme por más de 2 años de tesis <3.

Cristián Jara y Sebastián Arpón por todos esos muy necesitados consejos y las -siempre informativas- conversaciones que tuvimos. ¡La bicimoto!

Nayra Ilić, Andrea Ozuljevich, Fernanda Frick, Emilio Acevedo y Dr. Francisco Villalón por sus aportes, recomendaciones y consejos.

Todas las personas de la *Sala de Postgrado* por siempre estar dispuestos a ayudar y mantener un ambiente realmente agradable para trabajar.

Blas, Frank y Denisse y las incontables horas de D&D. ¡Más que necesarias!

Lucas de la Fuente por introducirme a la magia, sin esa carta ambiciosa nada de esto habría ocurrido.

A toda mi familia por creer en mí, darme consejos y quererme.

Finalmente quiero agradecer profundamente a mi padre, Dr. Juan Pablo Ilić, por hacer realidad estos estudios y motivarme durante la pandemia.

¡GRACIAS TOTALES!

# Índice general

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>I</b>
<b>Resumen</b>	<b>VII</b>
<b>Abstract</b>	<b>VIII</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación . . . . .	1
1.2. Objetivos e hipótesis . . . . .	3
1.2.1. Aplicación de la hipótesis . . . . .	3
<b>2. Marco Teórico</b>	<b>4</b>
2.1. ¿Por qué divulgar? . . . . .	4
2.2. Modelos de comunicación de la ciencia . . . . .	6
2.2.1. Modelo del Déficit . . . . .	6
2.2.2. Modelo del Diálogo . . . . .	7
2.2.3. Modelo de Participación . . . . .	8
2.3. Estructura actual de una charla de divulgación . . . . .	9
2.3.1. La estructura de las historias . . . . .	9
2.3.2. Aplicar la estructura en una charla . . . . .	15
2.4. Estructura de la magia . . . . .	17
2.5. Uniendo estructuras . . . . .	18
2.5.1. Apertura . . . . .	19
2.5.2. Introducción . . . . .	19
2.5.3. Pleno . . . . .	20
2.5.4. Quiebre . . . . .	20
2.5.5. Confirmación . . . . .	21
2.5.6. Final . . . . .	21
2.5.7. +1 . . . . .	22
2.6. Generando impacto . . . . .	22
2.6.1. Sobre la efectividad y las mediciones . . . . .	27
2.7. Modelamiento basado en agentes . . . . .	28

2.7.1. El modelo de esta tesis . . . . .	29
<b>3. Metodología</b>	<b>36</b>
3.1. Descripción básica del modelo . . . . .	36
3.2. Condiciones iniciales utilizadas . . . . .	37
3.2.1. Caso más general . . . . .	37
3.2.2. Estructuras de control . . . . .	38
3.2.3. Estructura de la magia . . . . .	38
3.2.4. Estructura de una historia . . . . .	39
3.2.4.1. Vogler . . . . .	39
3.2.4.2. Harmon . . . . .	40
3.2.4.3. Aristóteles . . . . .	40
3.2.5. Sobre las estructuras . . . . .	41
3.2.6. Sobre el número de agentes . . . . .	42
3.2.7. Sobre el tiempo y el número de experimentos . . . . .	42
3.3. Toma de datos . . . . .	43
3.3.1. Atención . . . . .	43
3.3.2. Entendimiento . . . . .	43
<b>4. Análisis y Discusión</b>	<b>44</b>
4.1. Procesamiento . . . . .	44
4.2. Resultados . . . . .	45
4.2.1. Resultados caso general . . . . .	46
4.2.2. Variando tiempos . . . . .	46
4.2.3. Variando agentes . . . . .	49
4.2.4. Resultados estructura control . . . . .	51
4.2.4.1. Pausas homogéneas para 1800s . . . . .	51
4.2.4.2. Pausas homogéneas para 2700s . . . . .	56
4.2.4.3. Pausas homogéneas para 3600s . . . . .	60
4.2.4.4. Análisis sobre todos los tiempos . . . . .	65
4.2.5. Resultados estructura de las historias . . . . .	70
4.2.5.1. Christopher Vogler . . . . .	70
4.2.5.2. Dan Harmon . . . . .	72
4.2.5.3. Aristóteles . . . . .	74
4.2.6. Análisis sobre las historias . . . . .	76
4.2.7. Resultados estructura de la magia . . . . .	77
4.2.8. Comparando Resultados . . . . .	80
4.2.9. Límites del modelo . . . . .	88
4.2.10. Discusión y Conclusiones . . . . .	93
<b>Referencias</b>	<b>97</b>

# Índice de figuras

2.3.1. Estructuras de historias . . . . .	11
2.3.2. Historia circular de Dan Harmon . . . . .	12
2.3.3. Nemetécnia de Dan Harmon . . . . .	15
3.2.1. El viaje del héroe de Vogler . . . . .	42
4.2.1. Comparación atención por tiempo. . . . .	46
4.2.2. Zoom atención por tiempo . . . . .	47
4.2.3. Comparación entendimiento por tiempo. . . . .	47
4.2.4. Comparación atención por N de agente . . . . .	49
4.2.5. Comparación entendimiento por N de agentes . . . . .	50
4.2.6. Pausas c/30s. T=1800s. . . . .	51
4.2.7. Pausas c/90s. T=1800s. . . . .	52
4.2.8. Pausas c/180s. T=1800s. . . . .	52
4.2.9. Pausas c/360s. T=1800s. . . . .	53
4.2.10. Pausas c/600s. T=1800s. . . . .	53
4.2.11. Pausas c/1200s. T=1800s. . . . .	54
4.2.12. Pausas c/1800s. T=1800s. . . . .	54
4.2.13. Entendimiento estructuras control T=2700s con $\sigma$ . . . . .	55
4.2.14. Entendimiento estructuras control T=1800s. . . . .	55
4.2.15. Pausas c/30s. T=2700s. . . . .	56
4.2.16. Pausas c/90s. T=2700s. . . . .	56
4.2.17. Pausas c/180s. T=2700s. . . . .	57
4.2.18. Pausas c/360s. T=2700s. . . . .	57
4.2.19. Pausas c/600s. T=2700s. . . . .	58
4.2.20. Pausas c/1200s. T=2700s. . . . .	58
4.2.21. Pausas c/1800s. T=2700s. . . . .	59
4.2.22. Entendimiento estructuras control T=2700s con $\sigma$ . . . . .	59
4.2.23. Entendimiento estructuras control T=2700s. . . . .	60
4.2.24. Pausas c/30s. T=3600s. . . . .	60
4.2.25. Pausas c/90s. T=3600s. . . . .	61
4.2.26. Pausas c/180s. T=3600s. . . . .	61

4.2.27. Pausas c/360s. T=3600s. . . . .	62
4.2.28. Pausas c/600s. T=3600s. . . . .	62
4.2.29. Pausas c/1200s. T=3600s. . . . .	63
4.2.30. Pausas c/1800s. T=3600s. . . . .	63
4.2.31. Entendimiento estructuras control T=3600s son $\sigma$ . . . . .	64
4.2.32. Entendimiento estructuras control T=3600s. . . . .	64
4.2.33. Entendimiento pausas c/30s. . . . .	65
4.2.34. Entendimiento pausas c/90s. . . . .	65
4.2.35. Entendimiento pausas c/180s. . . . .	66
4.2.36. Entendimiento pausas c/360s. . . . .	66
4.2.37. Entendimiento pausas c/600s. . . . .	67
4.2.38. Entendimiento pausas c/1200s. . . . .	67
4.2.39. Entendimiento pausas c/1800s. . . . .	68
4.2.40. Entendimiento estructuras control com $\sigma$ . . . . .	68
4.2.41. Entendimiento estructuras control. . . . .	69
4.2.42. Christopher Vogler T=1800s. . . . .	70
4.2.43. Christopher Vogler T=2700s. . . . .	71
4.2.44. Christopher Vogler T=3600s. . . . .	71
4.2.45. Entendimiento Vogler. . . . .	72
4.2.46. Dan Harmon T=1800s. . . . .	72
4.2.47. Dan Harmon T=2700s. . . . .	73
4.2.48. Dan Harmon T=3600s. . . . .	73
4.2.49. Entendimiento Dan Harmon. . . . .	74
4.2.50. Aristóteles T=1800s. . . . .	74
4.2.51. Aristóteles T=2700s. . . . .	75
4.2.52. Aristóteles T=3600s. . . . .	75
4.2.53. Entendimiento Aristóteles . . . . .	76
4.2.54. Magia T=1800s. . . . .	77
4.2.55. Magia T=2700s. . . . .	78
4.2.56. Magia T=3600s. . . . .	78
4.2.57. Entendimiento Magia. . . . .	79
4.2.58. Entendimiento estudio T=1800s con $\sigma$ . . . . .	80
4.2.59. Entendimiento estudio T=1800s. . . . .	80
4.2.60. Entendimiento estudio T=2700s con $\sigma$ . . . . .	81
4.2.61. Entendimiento estudio T=2700s. . . . .	81
4.2.62. Entendimiento estudio T=3600s con $\sigma$ . . . . .	82
4.2.63. Entendimiento estudio T=3600s. . . . .	82
4.2.64. Entendimiento estrucuras estudio. . . . .	83
4.2.65. Eficacia estructuras de estudio. . . . .	83
4.2.66. Eficacia estructuras de control. . . . .	83
4.2.67. Eficacia comparada. . . . .	84
4.2.68. Efectividad estructuras estudio. . . . .	85

---

4.2.69. Efectividad estructuras control. . . . .	86
4.2.70. Efectividad comparada control y estudio. . . . .	87
4.2.71. Cálculo efectividad 31s. . . . .	91
4.2.72. Límites del modelo, dividido en 2. . . . .	92
4.2.73. Límites del modelo. . . . .	93



## Resumen

Cuando los científicos se participan en la Comprensión Pública de la Ciencia y aprenden cómo comunicar su investigación en una charla científica al público general, la idea de estructurar su charla en torno al *storytelling* aparece regularmente como la mejor forma de hacerlo, sin embargo, hay poca investigación sobre la efectividad real de esta estructura en comparación con otras. De hecho, pareciera que esta es una idea establecida que no debe ser cuestionada, hasta el punto de que casi no hay otras estructuras en las que basar una charla de comunicación científica. Con esto en mente, se desarrolló una nueva estructura para usar como base de una charla científica. Esta arquitectura se basa en la de la magia, que al igual que la forma de contar historias, ha ido evolucionando y mejorando a lo largo de la historia de la humanidad para ser cada vez más efectiva, otorgando a los magos un lugar importante en la industria del entretenimiento y el arte. A través de un modelo computacional basado en agentes se comparan diferentes estructuras de historias con la de la magia, esto abre el cuestionamiento de si las arquitectura de una historia es la mejor forma de preparar una presentación de divulgación científica, y señalando que son muy necesarios los estudios de control con doble ciego sobre este tema.

**Palabras clave** – Divulgación científica, ilusionismo, estructura, modelo basado en agentes, modelo del diálogo

## Abstract

When scientists engage in Public Understanding of Science and learn about how to communicate their research in a science talk to lay audiences, the idea of structuring their talk around storytelling regularly appears as the way to do it, yet there is little research on the actual effectiveness of storytelling in science communication and no research on how this structure performs compared to other structures. In fact it appears as if this is a settled idea that is not meant to be questioned to the point that there are hardly any other structures to base a science communication talk on. With this in mind we developed a new structure to use for the basis of a science talk, this architecture is based on the structure of magic, that as storytelling, has been evolving and improving over the history of humanity to become ever more effective, granting magicians an important place in the entertainment and art industry. Through an agent-based computational model various storytelling structures, along with the structure of magic, were compared. The results open the questioning of story architectures and show that double blind control studies are very much needed.

**Keywords** – Public understanding of science, magic, structure, agent-based model, dialog model

# Capítulo 1

## Introducción

En este trabajo se presenta un estudio sobre el estado del arte de la estructura de las charlas de divulgación científica, luego se presenta la base teórica de una estructura alternativa y finalmente, a través de un modelo computacional basado en agentes, se realiza un análisis comparativo de entre la nueva estructura y lo descrito en la literatura; así como también un análisis del comportamiento de la atención y entendimiento de los agentes según los parámetros utilizados.

### 1.1. Motivación

Hoy en día hay un creciente interés por la divulgación científica ([Greenwood and Riordan, 2001](#); [Leshner, 2003](#)) donde constantemente están naciendo grupos de difusión científica, estudiantes de pre y postgrado están optando por dedicar tiempo a este tipo de actividades y además se ha instaurado como uno de los tres objetivos estratégicos para el nuevo Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación ([de Chile, 2019](#)) de Chile. Sin embargo en Chile hay muy pocos cursos para que quienes lo deseen puedan aprender las bases de la comunicación de la ciencia<sup>1</sup>. Por otro lado, en Internet, abundan concejos para crear charlas de difusión que, con la excepción de algunos trabajos, dejan mucho que desear. Los pocos trabajos serios y de calidad que

---

<sup>1</sup>Actualmente solo existe un diplomado en comunicación de la ciencia en la Universidad de Chile y lo demás son cursos específicos de algunas carreras en algunas universidades

hay sobre como crear una charla de comunicación científica recomiendan utilizar la estructura de las historias, como es el caso de los libros de Anderson y Duarte (*TED talks: The official TED guide to public speaking* y *Resonate: Present visual stories that transform audiences* respetivamente). Esto proviene, en parte, de la capacidad que tienen las historias para conectar con la audiencia. Sin embargo el principal uso de esta estructura frente a público proviene de las artes escénicas, audiovisuales y la literatura, que cuyo objetivo no es conectar audiencia con actor (o escritor en caso de las historias escritas), sino que audiencia con personaje (Harada et al., 2012). En ese sentido las charlas de divulgación se asemejan más a otro tipo de artes escénicas, a aquellas donde el presentador busca conectar de forma directa con el público, manteniendo un pie constantemente en la realidad de modo que la suspensión del descreimiento nunca sea constante. Esta diferencia permite cuestionar que la estructura de las historias sea la mejor forma de ordenar una charla de divulgación, dando paso al análisis de las estructuras de otras artes escénicas que cumplan con los puntos mencionados anteriormente. Dentro de esta categoría hay dos artes escénicas que se destacan por sobre las demás en cuanto a lo anteriormente mencionado: el ilusionismo y el stand up comedy<sup>2</sup>. Considerando esto se decidió trabajar utilizando como referente a la magia, esto por varias razones: en primer lugar existen grandes cantidades de literatura sobre la estructura y la técnica en la magia, de hecho gran parte de los magos considerados como los más importantes de los últimos tres siglos han escrito libros donde explican ampliamente sus conocimientos. En segundo lugar se ha elegido al ilusionismo debido a que éste está asociado al asombro (Tamariz, 1988) y no es exagerado pensar que la Comprensión Pública de la Ciencia (PUS por sus siglas en inglés) también está íntimamente relacionada con esta emoción, pues es la emoción de descubrir algo nuevo. En el ilusionismo lo nuevo sería el momento mágico y en la divulgación sería una nueva forma de ver un fenómeno. En tercer lugar se ha elegido el ilusionismo por el trabajo que realiza en torno al manejo de la atención y la interacción con los espectadores.

---

<sup>2</sup>La traducción es comedia en vivo, pero raramente es usada.

## 1.2. Objetivos e hipótesis

**Objetivo general:** En esta tesis se busca demostrar que la estructura interna de la magia tiene mejores resultados en una charla de difusión de la ciencia, que las estructuras de las historias.

Para lograr este objetivo será necesario llevar a cabo los siguientes objetivos específicos:

- Transformar la estructura de la magia a una estructura de divulgación científica
- Obtener las estructuras de las historias recomendadas por la literatura
- Desarrollar un modelo computacional basado en agentes para comparar ambas estructuras de forma aislada.

De lo anterior podemos obtener la siguiente hipótesis:

**Hipótesis:** Una charla de divulgación científica que utiliza una estructura obtenida del ilusionismo tendrá un mejor entendimiento por parte de los agentes que una charla que utiliza la estructura basada en las historias o las estructuras de control.

### 1.2.1. Aplicación de la hipótesis

Para falsear esta hipótesis, en esta tesis se propone destilar una estructura basada en la del ilusionismo y adaptarla a la divulgación científica, luego compararla con la aplicación de las historias a la divulgación científica junto a variadas estructuras de control. Para estudiar este tema se decidió trabajar con un modelo computacional basado en agentes, el modelo utilizará como *input* para los agentes a las estructuras de estudio (magia e historias) y de control (aleatoria, maximizada y minimizada), según dicho *input* y parámetros definidos por la literatura, los agentes podrán adquirir o no atención y entendimiento. Esto está explicado en mayor profundidad en los capítulos de Marco Teórico (2) y Metodología (3).

# Capítulo 2

## Marco Teórico

### 2.1. ¿Por qué divulgar?

Un divulgador científico puede tener un variopinto de razones personales para dedicar tiempo a esta actividad, desde razones muy altruistas como mejorar el pensamiento crítico de la sociedad en la que vive, hasta razones puramente egoístas como convertirse en una celebridad y así obtener dinero. Razones personales pueden haber muchas, pero más allá de eso, la divulgación científica sí tiene un rol importante dentro de la sociedad. Un reporte de la Academia Nacional de Ciencias de EE.UU. identificó las cinco metas principales para la divulgación (Leshner et al., 2017):

1. **Simplemente compartir los descubrimientos que se han hecho y el entusiasmo por la ciencia.** Carl Sagan<sup>1</sup> lo puso muy elocuentemente al decir: *No explicar la ciencia a mi me parece perverso. Cuando estás enamorado, se lo quieres decir al mundo.* (Sagan, 2011).
2. **Incrementar la apreciación de que la ciencia es una manera útil de entender y navegar el mundo moderno.** Richard Dawkins<sup>2</sup>, por ejemplo, es un gran propulsor de este objetivo como se puede notar en toda su bibliografía.

<sup>1</sup>Carl Sagan (1934 - 1996) es considerado el divulgador más influyente del siglo XX, creador de variados libros y la exitosa serie de TV *Cosmos*

<sup>2</sup>Richard Dawkins (1941 - Presente) es uno de los divulgadores actuales más reconocidos del mundo, su libro más famoso es *El Gen Egoísta*.

3. **Aumentar el conocimiento y entendimiento de la ciencia relacionada con un tema específico.** En el caso de los transgénicos por ejemplo, se puede ver que el miedo y los mitos al respecto han generado bloqueos de producción y comercialización de transgénicos en algunos lugares del mundo (Regis, 2019)
4. **Influenciar las opiniones, comportamiento y preferencias políticas de las personas.** El cambio climático es un buen ejemplo de este punto, los políticos y la batalla contra el cambio climático están íntimamente ligados como se puede ver en el Acuerdo de Paris (Schleussner et al., 2016)
5. **Conectar con diversos grupos de modo que sus perspectivas sobre temas importantes relacionados con la ciencia puedan ser consideradas en la búsqueda de soluciones que afectan a todos.** El ejemplo aquí será el debate sobre el aborto, es importante que tanto detractores como partidarios conozcan lo que la ciencia ha investigado al respecto y cuáles son sus límites sobre este tema.

Es fácil notar que varios de estos objetivos tienen que ver con emociones, esto nos dice que simplemente impartir conocimientos es una mala estrategia para conectar con el público, ya que es muy difícil incentivar el interés por la ciencia sin que las personas sientan alguna conexión emocional (Leshner, 2003). Ese momento de *eureka* que se siente al comprender un concepto nuevo es un buen ejemplo de una conexión emocional, en este caso el asombro.

La forma más común de divulgación es a través del *modelo del déficit*, este es un modelo de trabajo en el cual el público no sabe algo que el investigador sí, este vacío de conocimientos debe ser llenado por el expositor a través de la charla o clase. En la literatura este modelo de trabajo es generalmente poco recomendado (Cortassa, 2016). Sin embargo, la primera tendencia de los científicos que se introducen en la comunicación de la ciencia suele ser, sin que ellos lo sepan, preparar algo bajo las características de este modelo (Simis et al., 2016; Bucchi and Trench, 2008).

Al contrario de lo que muchos nuevos divulgadores creen, el aprendizaje no es el objetivo principal de la divulgación científica, más bien es una consecuencia positiva. Como se mencionó en un principio, la comunicación de la ciencia tiene como objetivo

algo bastante más sutil: la idea es crear cultura científica, i.e., Un sistema de valores sociales integrado que aprecia y promueve como actividades importantes a la ciencia, per se, y la alfabetización científica generalizada (Burns et al., 2003); es hacerle entender al público general que la ciencia es buena y que es importante. El rol de *enseñar* caerá principalmente sobre los hombros de las escuelas y universidades quienes tendrán mucho más tiempo dedicado a explicar cada concepto en detalle.

Actualmente existen tres modelos teóricos de comunicación de la ciencia: el ya mencionado **Modelo del Déficit**, el **Modelo del Diálogo** y el **Modelo de la Participación** Huxster et al. (2018); Bucchi and Trench (2008). En la siguientes secciones se verán brevemente los detalles, beneficios y complejidades de estos modelos.

## 2.2. Modelos de comunicación de la ciencia

Los investigadores en comunicación de la ciencia han agrupado la divulgación en tres modelos diferentes: el *déficit*, el *diálogo* y finalmente el de *participación*. Históricamente el primero de ellos fue el modelo del déficit, su definición se puede rastrear hasta la década de 1980 pero su origen exacto es discutido (Nerlich, 2017), luego nace el modelo del diálogo como una contra-propuesta al anterior y finalmente en los últimos años ha nacido el modelo de la participación (Bucchi and Trench, 2008). A diferencia del modelo del diálogo, que en algún momento buscó reemplazar el del déficit, el modelo de la participación no está para eliminar al del diálogo, más aún muchas veces estos tres modelos conviven y se refuerzan mutuamente (Trench, 2008).

### 2.2.1. Modelo del Déficit

Este primer modelo de comunicación científica, asume que la divulgación es impulsada porque los científicos e instituciones científicas perciben una necesidad de aumentar la alfabetización científica. Aquí el público es pensado como un ente vacío que necesita ser educado con conocimiento científico, en este modelo los comunicadores ven al público como si tuvieran un déficit de conocimiento científico que desaparece cuando

es recibido de alguna forma a través de la diseminación o la educación [Huxster et al. \(2018\)](#).

Si bien muchos investigadores consideran que se debe dejar de utilizar este modelo en la divulgación, hay que tener en cuenta que es uno de los modelos más utilizados hoy en día para divulgar ciencia ([Metcalf, 2019](#); [Bucchi and Trench, 2008](#)). Sumado a esto se podría argumentar que las charlas de comunicación científica caen en este modelo, lo que aumentaría enormemente la incidencia de éste a nivel nacional e internacional. Sin embargo este punto requiere más análisis, pues hay pocos estudios ([Leshner et al., 2017](#)), sobre todo a nivel nacional, que describan los modelos utilizados en las actividades de divulgación.

### 2.2.2. Modelo del Diálogo

Los investigadores teorizan que este estilo de divulgación nuevo (también llamado modelo contextual), nació en respuesta al aumento de señales de que el público no se sentía cómodo con la ciencia durante la década de 1980. Los teóricos perciben que la comunicación a través del diálogo tiene 3 grandes características [Metcalf \(2019\)](#).

1. Los divulgadores están preparados para entablar diálogo con el público para ayudar a explicar la ciencia. Esta es la característica más importante de este modelo.
2. Están ahora preparados para escuchar y consultar al público sobre sus percepciones, preocupaciones y necesidades con respecto a la ciencia.
3. Los comunicadores científicos reconocen que el público puede tener conocimiento útil que puede ayudar al progreso científico y a la creación de políticas públicas.

Rápidamente se puede notar que a diferencia del anterior, este modelo busca conectar con el público a un nivel distinto, considera el contexto de los que participan en la actividad de divulgación e incentiva el diálogo. En el déficit se considera a la audiencia como un cántaro vacío que debe ser llenado, pero en el modelo del diálogo se asume que la audiencia puede tener conocimientos previos sobre el tema a tratar (ya sean correctos o no), por eso también es llamado modelo contextual. Esta simple

distinción permite tratar el tema de una manera completamente distinta, pues al hacer referencia a los conocimientos que tiene el público sobre el tema y en particular a los conocimientos errados, se puede generar una mayor conexión con este y además potenciar el posible aprendizaje (Muller et al., 2008).

Sin haber estudios profundos al respecto, pareciera ser que las charlas de divulgación científica actuales entran en esta categoría, por un detalle bastante simple: consideran una sección de preguntas del público<sup>3</sup>. Esto las sacaría, al menos en parte, del modelo del déficit. Sin embargo son pocos los divulgadores que trabajan el segundo y tercer punto del modelo del diálogo.

### 2.2.3. Modelo de Participación

Este modelo reconoce y entiende a los variados públicos como iguales con los científicos y los creadores de políticas públicas. Esto cuando se trata de pensar sobre, crear nuevo conocimiento de, compartir conocimiento sobre, y tomar decisiones relacionadas con la ciencia que afectan a la sociedad. El modelo de participación señala un cambio mucho más obvio en el poder que el modelo del diálogo, pasando así de los científicos al público. También enfatiza, aún más que el modelo del diálogo, el rol de los creadores de políticas como importantes actores en la democratización de la ciencia (Huxster et al., 2018).

En la práctica este modelo es menos utilizado, su mayor incidencia es en las ferias científicas y museos científicos donde el público puede interactuar con experimentos; y las famosas actividades de *citizen science* (ciencia ciudadana) donde la investigación científica es conducida con una importante participación pública. Aquí cabe naturalmente la pregunta ¿y cómo se informa ese público sobre la ciencia relacionada a la actividad de *citizen science*? La respuesta es que probablemente sea un proceso en el marco del diálogo (o incluso del déficit).

Los tres modelos antes mencionados tienen diferentes niveles de incidencia en la comunicación de la ciencia y es importante para un divulgador conocer y saber que

---

<sup>3</sup>Cabe destacar que a medida que el público aumenta, la sección de preguntas se vuelve cada vez menos un espacio de diálogo y el modelo se parece cada vez más al del déficit.

una actividad puede estar en el marco de cualquier combinación de estos modelos (Bucchi and Trench, 2008). En esta tesis se considerará principalmente el marco de trabajo del modelo del diálogo en todo lo que tiene que ver con las estructuras de las charlas, sin embargo este trabajo podría ser extrapolado fácilmente a otros modelos considerando las limitaciones de estos.

## 2.3. Estructura actual de una charla de divulgación

En los últimos años se ha promovido de forma activa el uso de la narrativa y el *storytelling*<sup>4</sup> en la divulgación científica (Dahlstrom and Ho, 2012). Esto ha provocado investigaciones sobre la efectividad de las presentaciones utilizando la estructura de las historias aristotélica de 3 actos (inicio, clímax y desenlace) o más avanzadas como la propuesta por Campbell (Campbell, 2008) que contiene a la anterior. A continuación se presenta un breve resumen sobre las estructuras de las historias.

### 2.3.1. La estructura de las historias

Antes de empezar este tema es importante destacar que las estructuras de las historias más comunes como la de Campbell, Vogler o Harmon, por mencionar algunas, son simplemente las que más se enseñan, o las de más fácil acceso en el internet y, por lo tanto, una base de donde partir. Los artistas del las artes narrativas han creado muchas otras estructuras exitosas y es de esperar que sigan encontrando nuevas formas de contar historias que no se parezcan a las ya conocidas. Así, nos aproximaremos a esta subsección con la debida precaución de que lo mencionado aquí no es, ni de cerca, todo lo que hay sobre estructuras de las historias.

Las historias tienen un poder fantástico para conectar con la audiencia, esto debido a que la humanidad lleva milenios contando historias y ha perfeccionado las diversas formas para hacerlo. Una historia, ya sea propia o de alguien más, tiene una capacidad de mejorar la comprensión (Graesser et al., 2002), generar más interés en el tópico (Green, 2004; Green and Brock, 2000), influenciar creencias (Dahlstrom, 2010) y ser

---

<sup>4</sup>Inglés para "contar historias".

más exitosa en persuadir a personas resistentes al cambio (Slater et al., 2006). Una historia básica, según Aristóteles, se compone de 3 partes: inicio, desarrollo y final (Halliwell et al., 1998); Aristóteles agrega subdivisiones a esta estructura, sin embargo éstas son propias de su época (como el *coro*) y no suelen ser mencionadas cuando se habla de su estructura. Qué ocurre en cada uno de los tres actos que propone Aristóteles ha generado la creación de estructuras de 5, 8, 12, 17 y 31 divisiones por nombrar algunas (Miller, 2014), en la figura (2.3.1) se puede ver una comparación de algunas estructuras. Un análisis simple permite ver que muchas de las estructuras están basadas en la de 17 pasos de Joseph Campbell (Campbell, 2008). Habiendo dicho esto, no todas las charlas necesitan tener historias en ellas pero sí pueden basar su estructura como si fuera una historia, todo depende de lo que se quiere comunicar y el tema a tratar. Como ya se dijo, existen estructuras de muchos niveles de complejidad que se han utilizado en los distintos tipos de artes narrativas, sin embargo en divulgación rara vez se ve el uso de estructuras complejas, debido a que los divulgadores no son expertos en las artes narrativas, así para este trabajo se utilizarán la estructura de Aristóteles (de tres actos), Christopher Vogler y Dan Harmon<sup>5</sup>, que son estructuras simples, de fácil acceso y ampliamente mencionadas en internet.

A continuación se verá una estructura básica de una historia: La historia circular de Harmon (Harmon, 2014), en la cuál Dan Harmon<sup>6</sup> ha destilado el viaje del héroe de Joseph Campbell (Campbell, 2008) para un uso más cómodo. En este caso particular, la estructura consta de 8 partes que marcan la ruta del protagonista en la superación de su ego. La estructura está conectada con la dualidad, debido a que en la vida humana la dualidad es algo bastante común: vida-muerte, luz-oscuridad, bien-mal, positivo-negativo, orden-caos, consciente-inconsciente, etc. La idea es de *ir y volver*, por lo que esta estructura tiene forma circular de modo que el protagonista vuelva a su lugar de inicio (ya sea de forma metafórica o literal). Este círculo se divide en ocho como muestra la Figura (2.3.2), a continuación se explican estas divisiones de la estructura de Dan Harmon.

---

<sup>5</sup>Tanto la estructura de Vogler como la de Harmon están basadas en la de Campbell.

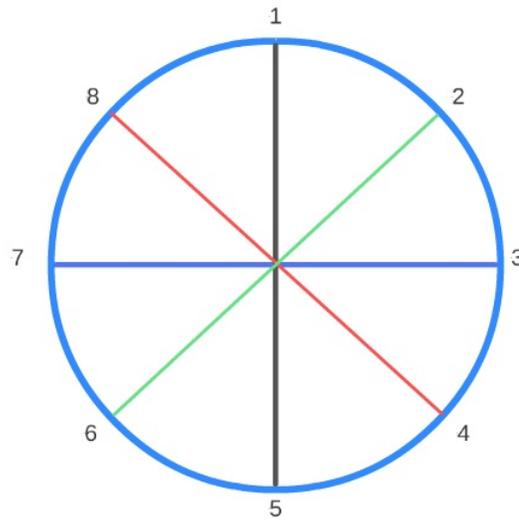
<sup>6</sup>Dan Harmon es guionista, escritor y productor, es co-creador de las series *Community* y *Rick and Morty*. Su estructura ha sido ampliamente usada en otras creaciones como *Breaking Bad*.

DAN HARMON c.2012	BLAKE SNYDER c.2005	ROBERT MCKEE c.1999	SYD FIELD c.1979	JOSEPH CAMPBELL c.1949	GUSTAV FREYTAG c.1863	KISHOTENKETSU c.500	ARISTOTLE c.335 BC	COMPARATIVE NARRATIVE STORY STRUCTURES
<b>YOU</b> a character in a zone of comfort	<b>SET-UP</b> Opening Image Theme Stated	<b>INCITING INCIDENT</b>	<b>SETUP</b> Inciting Incident	<b>SEPARATION/ DEPARTURE</b> Call to Adventure	<b>EXPOSITION</b>	<b>INTRO</b>	<b>BEGINNING</b> Prologue	I N T E R - C O N N E C T E D T A L E S
<b>NEED</b> something	Catalyst Debate	<b>PROGRESSIVE COMPLICATIONS</b>	Plot Point 1	Refusal of the Call Acceptance of Call Supernatural Aid	<b>INCITING INCIDENT</b>	<b>DEVELOPMENT</b>	Parados (Parade/Ode)	
<b>GO</b> enter an unfamiliar situation	<b>BREAK INTO TWO</b> B Story Fun and Games		<b>CONFRONTATION</b> Pinch 1	Crossing Threshold Belly of the Whale	<b>RISING ACTION</b>		<b>MIDDLE</b> Episode(s)	
<b>SEARCH</b> adapt to it	Midpoint Bad Guys Close In		Midpoint	<b>INITIATION</b> Road of Trials	<b>CLIMAX</b>		Stasimon(s) (Commentary)	
<b>FIND</b> what they wanted	All is Lost	<b>CRISIS</b>	Pinch 2	Meeting the Goddess Woman as Temptress	<b>FALLING ACTION</b>	<b>TWIST</b>	Episode(s)	
<b>TAKE</b> pay its price	Dark Night of the Soul	<b>CLIMAX</b>	Plot Point 2	Atonement w/ Father Apotheosis	<b>RESOLUTION</b>	<b>END</b>	Stasimon(s) (Commentary)	
<b>RETURN</b> back to where they started	<b>BREAK INTO THREE</b> Finale	<b>RESOLUTION</b>	<b>RESOLUTION</b> Climax	The Ultimate Boon	<b>DENOUEMENT</b>		Episode(s)	
<b>CHANGE</b> now capable of change	Final Image			<b>RETURN</b> Refusal of the Return Magic Flight Rescue From Without Return Threshold Master of Two Worlds Freedom to Live			Stasimon(s) (Commentary)	
							Exodus	

(c) 2014, Greg Miller - <http://othernetwork.com/>

Figura 2.3.1: Comparación de varias estructuras de historias. Fuente: Greg Miller

1. Presentación del personaje: Este es el inicio de la historia y por lo tanto es importante darle al espectador alguien con quien identificarse. En este punto se presenta al protagonista -héroe-, un artilugio común de parte del que cuenta la historia es humanizar al personaje (si no lo es ya) y darle restricciones o impedimentos, como que sea torpe, que tenga un impedimento físico, o cualquier cosa que muestre que no es perfecto. Este truco se usa para lograr una mayor (y más rápida) identificación de parte del espectador con dicho héroe. Con respecto al contexto es usual que éste muestre al protagonista en una situación cómoda pero no perfecta, él puede vivir ahí pero siente que podría estar mejor, que algo puede cambiar, hay cosas que lo incomodan pero se acostumbró a ellas y no hace nada al respecto.



**Figura 2.3.2:** Círculo que muestra la estructura de las historias de forma sintetizada por Dan Harmon.

Fuente: Elaboración propia.

2. En este punto se le da la opción al protagonista de cambiar su situación, a veces incluso es forzado a cambiar ésta dejándolo en un aprieto del cual no puede escapar. Un recurso bastante utilizado es mostrar al protagonista reacio a cambiar, queriendo quedarse donde está, como si tuviese miedo al cambio. Esto es útil porque en general todos tienen algún temor al cambio, casi nadie quiere salir de su comodidad, lo que nuevamente aumenta la identificación con el héroe.
3. El personaje decide (o es forzado) a salir de su situación cómoda y se comienza a internar en este mundo incómodo y desconocido. Como se puede ver en la figura (2.3.2) este punto está justo sobre la horizontal que marca el paso del consciente al inconsciente, de lo conocido a lo desconocido. Este primer paso al inconsciente es una decisión psicológicamente (y a veces físicamente) irrevocable, una vez que el protagonista toma la decisión de pasar a lo desconocido éste ya no será capaz de detenerse hasta que haya completado lo que tiene que hacer.
4. El camino de las pruebas, aquí el héroe se despoja de todas las cosas a las que estaba acostumbrado, se deshace de lo innecesario y se queda solo con lo justo y necesario. Aprende cosas nuevas (usualmente de un maestro nuevo), conoce

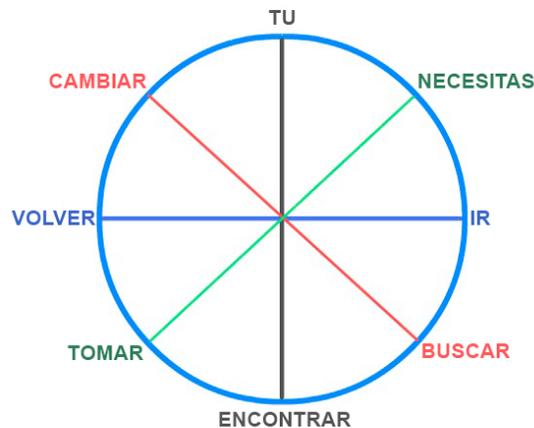
nuevos personajes y se da cuenta que tiene un montón de cosas que simplemente sobran.

5. Aquí se tiene por fin el encuentro con lo que el protagonista busca, el giro, el diamante, el amor, el póster de la película. El protagonista encuentra lo que estaba buscando, lo que deseaba, eso que lo llevo a salir de su situación inicial. Por fin se empareja con la persona de sus sueños, tiene su primera realización personal de qué es lo que estaba haciendo mal, de como ha afectado su comportamiento a otros, etc. El tamaño del giro esta asociado al tamaño de la historia, es importante que esta correlación sea natural de lo contrario se sentirá forzada. Este punto y el primero están íntimamente relacionados, ambos son puntos vulnerables, emocionales y de debilidad, ambos están relacionados con la forma de ser del personaje, con sus sentimientos y su apertura hacia otros, ambos son momentos de comodidad en (1) por contexto mientras que en (5) porque es lo que se busca.
6. Ahora comienza el viaje de vuelta, las similitudes y simetrías de éste con el viaje de bajada serán muchas. Este punto es equivalente al (2) y nuevamente saca al protagonista de la sensación de comodidad recientemente encontrada. Es un momento con rasgos de fuerza, poderío e impacto. Aquí el protagonista se va al piso, es sacado de sus casillas y dejado en el suelo. Lo que obtuvo viene con un precio y hay que pagarlo -Nada es gratis y eso que quiere no es la excepción- ya nada puede salvarlo de ello. El camino de bajada le prepara para encontrar a su tesoro o premio, de la misma manera el camino de subida le prepara para volver al mundo ordinario. Es por esto que el héroe aquí se da cuenta de lo que realmente quiere y se dispone a obtenerlo. Cuando el protagonista reconoce que algo es importante, realmente importante, hasta el punto que es más importante que si mismo, obtiene completo control sobre su futuro. En (2) se estaba adaptando a las fuerzas del universo, reaccionando a lo que se le venía encima, ahora él se ha convertido en el universo, se ha convertido en el que hace que las cosas ocurran, es figurativamente hablando un dios viviente. Dependiendo la historia este "Dios" puede ser el gran guerrero así como también puede ser un sujeto hablando con su madre, todo está relacionado al tamaño

del círculo que se está dibujando, mientras mayor sea éste, mayor es el poder del "Dios".

7. Se vuelve al consciente, por fin el héroe está comenzando a salir de este viaje tan extraño por el que tuvo que pasar, a veces este paso puede ser literal como una persecución por el amor de su vida, así como también puede ser algo más metafórico. Este punto es todo el camino entre la realización de (6) y la confrontación final de (8), El paralelismo con (3) es evidente.
8. El cambio: finalmente se ha llegado a casa, se ha vuelto al consciente y es tiempo de cambiar. Aquí viene el gran gesto de amor, la última batalla, la pelea final con el clásico villano. Todo lo que se aprendió en (4) se pone en práctica, los amigos que se hicieron vienen a ayudar de forma literal o metafórica. El protagonista es "dios creador de su destino" y todos están apoyándolo para lograr su cometido, el más grande de los héroes también paso por lo mismo y también necesitó la ayuda y el aprendizaje de (4).

La parte más importante de (8) es el despojo el ego, se ha vuelto al mismo lugar (a veces literalmente) que donde se comenzó, pero se ha hecho un viaje que le permitió al protagonista generar un cambio y ver las cosas de otro modo. Ya no está atados a sus problemas de antaño y ha superado sus contratiempos contextuales (o está por terminar de superarlos). El despojo de todo su ego y la realización de que puede ser mejor es el verdadero final de la historia, incluso si la historia de amor termina mal, el héroe ha madurado por todo el viaje que hizo y se ha dado cuenta de que su situación inicial era una tontería y no podía seguir así. Todos los problemas por los que pasó, ahora son solo una experiencia de vida y no volverá a pasar por ellos, pues la lección está aprendida.



**Figura 2.3.3:** Este círculo es una nemotecnia propuesta por Harmon para recordar lo que pasa en cada momento.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.2. Aplicar la estructura en una charla

Si bien esto sirve para contar una historia cualquiera, también se puede estructurar una charla en torno a este formato, con dos posibles formas: por un lado se puede armar una presentación en torno a una historia (real o inventada) que tiene sus propios personajes y héroe, y con una estructura ya sea la aristotélica simple o más profunda como la de Harmon, Vogler o Campbell; o bien la charla no tiene una historia en particular y aquí el héroe que “recorre todo este camino.” es el público (Duarte, 2013; Lutte, 2008). La audiencia en este último caso, parte en un estado cómodo y se ve forzada a ver otro mundo, el público es como Luke Skywalker y el presentador es como Yoda, es decir aprendiz y maestro (Duarte, 2013; Lutte, 2008). Ahora bien, diseñar una charla para que el público supere su ego es bastante ambicioso. Es por esta misma razón que la aproximación que tiene la comunicación de la ciencia al uso de esta estructura es más sencilla, a continuación se muestra una transformación de la estructura recién expuesta a la divulgación (Duarte, 2013) para presentaciones que no estén al rededor de una historia:

1. La audiencia - el héroe - no sabe que tiene un problema u oportunidad: El

público parte en su zona de confort (su vida, sus conocimientos actuales, sus percepciones, sus prejuicios, etc.) y desconocen que hay una forma diferente de ver las cosas.

En otras palabras, se empieza desde lo que el público conoce o cree conocer. Para esto es necesario saber cosas sobre el público asistente y reconocer cuales son los conceptos clave (que interesan al tema) que conoce, si los entiende de forma correcta y cuales son los que pueden faltar. Por ejemplo un público adolescente o adulto joven conocerá (o creerá conocer) mucho sobre Internet, cultura popular y tecnología, mientras que un público de tercera edad conocerá (o creerá conocer) mucho sobre política e historia<sup>7</sup>.

2. El público será presentado con una visión diferente (o incluso algo que no conocen) sobre el tema a tratar, pero debido a que cambiar es difícil y requiere un trabajo cognitivo (Kahneman, 2011), el público muy probablemente se rehusará a participar por completo:

Esto se traduce en escepticismo sobre lo presentado, falta de concentración, alto nivel cognitivo necesario para involucrarse, una disonancia cognitiva y/o prejuicios sobre el expositor. En cualquier caso el contraste entre el mundo del público y el mundo del expositor ya está hecho, la invitación ya está extendida.

3. El público acepta la llamada a la aventura y decide ver de qué se trata el tema: Ya sea por curiosidad de la audiencia o porque están forzados a escuchar la charla, el público debe entrar en el tema propuesto. Esto significa salir de su zona de confort.

4. El público se despoja de lo innecesario:

Con calma el expositor deberá ir eliminando las principales razones que evitan que la audiencia se involucre con el tema mostrando un contraste entre lo que ahora es y lo que podría ser. En pocas palabras el público puede ver su estado de confort (lo que conoce) y la nueva propuesta en diversas formas, cada una de ellas refiriéndose a los prejuicios que la audiencia pueda tener.

5. La audiencia adquiere la posición que ofrece la ponencia:

---

<sup>7</sup>Evidentemente estos no son los únicos temas que conocen dichos públicos, son solo algunos de los temas usualmente asociados con estos grupos etáricos.

Luego de que se han eliminado los prejuicios de la audiencia se rellena ese vacío (emocional, cognitivo, de conocimientos, etc.) con el objetivo principal de la exposición. Una frase fácil de recordar y de comprender (aparentemente). Por ejemplo, "La gravedad no es una fuerza, es geometría".

6. Los asistentes obtienen nuevos problemas:

El tema que ha adquirido la audiencia viene con problemas propios asociados y estos representarán algunas de las preguntas que naturalmente saldrán en las mentes del público. Así, el expositor, deberá reconocer uno o algunos de estos nuevos problemas asociados (normalmente son los temas de investigación actuales) y mostrarlos al público.

7. El público conoce (o cree conocer) lo que hoy ocurre:

A los problemas presentados en el punto anterior, y en una forma que la audiencia las pueda entender, se les dan las soluciones (si las hay) que hoy en día se están trabajando.

8. Finalmente el público puede ver lo que el tema propone realmente:

Se vuelve a mostrar dónde estaba el público al empezar y se contrasta con las posibilidades que este tema ofrece hoy y al futuro. Idealmente la audiencia ha cambiado su visión sobre lo que se ha presentado.

Este es tan solo un ejemplo de cómo transformar una estructura dramática para contar una historia a una charla de divulgación, este mismo ejercicio se puede realizar para la estructura completa de Campbell (Duarte, 2013) o para la estructura Aristotélica básica. Para terminar con esta sección en la figura (2.3.3) se puede ver una pequeña técnica de nemotecnia para recordar esta estructura cuando sea necesario.

## 2.4. Estructura de la magia

Se considera a Jean Eugène Robert-Houdin como el padre de la magia moderna Steinmeyer (2004), esto debido a que sus contribuciones a la teoría de la magia moderna han sido fundamentales para el desarrollo de este arte desde la segunda mitad del s. XIX (Harada et al., 2012). A lo largo de la historia han habido pocos

artículos científicos al respecto de los funcionamientos internos del ilusionismo, sin embargo se han escrito variados libros de teoría de la magia que ha sido puesta a prueba por magos en todo el mundo, si bien sin el rigor de la ciencia, sí con la modalidad del diseño, i.e., si al público parece que le gusta, entonces se queda.

De esto se ha obtenido un trabajo profundo en cuanto a como trabajar interna y externamente un efecto de magia (Ganson and Verner, 1957; Tamariz, 2016; Pareras, 2013), así como un análisis sobre la arquitectura interna de un espectáculo completo. Todo este trabajo ha tenido siempre como uno de sus objetivos principales que el público sienta asombro, que es la emoción mayormente ligada a la magia (Tamariz, 1988). Si bien el principal estudio de la magia teórica es la sección del efecto mágico, también hay trabajos relacionados con la estructura de un espectáculo completo (Tamariz, 2016; Acevedo, 2015). Los trabajos en esta área así como los espectáculos de diversos magos fueron analizados en función de su posible utilidad para la divulgación científica, así se llega a la conclusión de utilizar una estructura de siete fases basada principalmente en el trabajo de Emilh<sup>8</sup>, quien a su vez se basa en los trabajos de Juan Tamariz citados más arriba. Esta estructura incluye además el trabajo sobre la vida interna de un efecto de magia (Pareras, 2013), quien a su vez se basa en los trabajos de Arturo de Ascanio (Ascanio and Etcheverry, 2000) en función de potenciar los momentos importantes de la charla a través del contraste.

## 2.5. Uniendo estructuras

El resultado de este análisis se presenta a continuación en la estructura de siete fases antes mencionada, cada una de estas fases con un nombre sencillo para diferenciarlas:

1. Apertura
2. Introducción
3. Pleno
4. Quiebre

---

<sup>8</sup>Nombre artístico de Emilio Acevedo

5. Confirmación
6. Final
7. +1

### 2.5.1. Apertura

La principal función de la apertura<sup>9</sup> es llamar la atención del público, es prudente asumir que a nadie realmente le interesa lo que va a ocurrir a continuación, por lo tanto se debe responder rápidamente la pregunta ¿Y porque tengo que prestar atención?. La segunda función de la apertura es marcar la premisa sin desarrollarla, se debe entender de que trata la charla sin entregar toda la información. El ideal es que requiera un esfuerzo mínimo del público, por lo que grandes conceptos desconocidos y experimentos intrincados que requieren explicaciones no son recomendables en esta fase. La apertura debe tener una duración corta en comparación al resto de las fases, hay que recordar que la idea es atraer y atrapar la atención del público.

### 2.5.2. Introducción

En la estructura de la magia los magos consideran que luego de la apertura la audiencia aún está estudiando la voz, modismos, tono, lenguaje corporal, etc. del expositor, básicamente están descubriendo a la persona que tienen en frente. Cuando empezó la presentación tenían un prejuicio de la persona en el escenario, para el final de la introducción se han formado un juicio. Así la introducción deberá confirmar la premisa presentada y expandirla un poco pero aún no se recomienda introducirse de lleno en el tema. Se sugiere empezar con las cosas más sencillas que van a utilizar, por ejemplo, si se desea elaborar hacia un concepto complejo, las primeras metáforas (y las más sencillas) irán en esta sección. Si hay varios experimentos, aquí va uno sencillo de entender aunque no necesariamente rápido. La gente está dividiendo su atención entre lo que el expositor dice y cómo lo dice.

---

<sup>9</sup>En el mundo del ilusionismo es principalmente llamada *Opener*.

### 2.5.3. Pleno

En la magia en este momento debe primar el asombro, el interés, el momento de pasmo. En esta sección los magos deben tener la completa atención del público y por lo tanto podrán realizar juegos de magia más largos así como complejos, ya sea racional o metafóricamente. De esta manera en esta sección el divulgador debería aumentar la emoción de asombro en el público, por ejemplo con un experimento interesante. Además se llega al punto o concepto clave, que ahora puede desarrollarse con más calma debido a que el presentador ha pasado de los distractores del comienzo y, dependiendo del largo de la charla, puede ser un bloque de cosas<sup>10</sup>. Ahora se pueden lanzar chistes un poco más complejos, pero de hacerlo cerca de un concepto clave es mejor decir el chiste *después* que antes de este concepto<sup>11</sup>.

### 2.5.4. Quiebre

Desde su experiencia, los ilusionistas saben que la magia cansa, esto debido a que requiere de un gran trabajo cognitivo presenciar un acto de magia (Macknik et al., 2010), ya sea por la gran cantidad de atención que requiere o por la disonancia cognitiva que provoca. Así se ha adoptado una forma de mantener la atención del público por medio de cambiar el tono que el espectáculo había estado manteniendo. Además los estudios muestran que las personas pierden la concentración en sus actividades producto del *daydreaming*<sup>12</sup> entre un 30 % y un 50 % de forma natural (Mar et al., 2012). Así en esta sección el divulgador deberá buscar un cambio de tono en su presentación de manera de recuperar la posible atención perdida por el público. Los quiebres suelen ser cortos y para realizar uno hay que hacer que el público sienta algo distinto: una nueva emoción, algo cómico, un giro dramático, que no se ha mostrado todo, un problema, un cambio de estilo, etc. Esto tiene una intención doble: por un lado se busca que el público tenga un espacio para descansar

<sup>10</sup>Cuidar que mientras más cosas sean, más se perderá la atención en el tiempo.

<sup>11</sup>Un chiste relaja la atención, al decirlo antes del concepto se tendrá que pelear contra la risa para llegar a las personas, esto se explica con mayor profundidad en (2.6)

<sup>12</sup>Daydreaming o Mindwandering son conceptos de la psicología que se refieren a momentos donde las personas se desconcentran pensando en cualquier cosa. No hay que confundirlo con la desconcentración relacionada con la procrastinación.

o reflexionar debido a que el tema es de menor complejidad y por otro lado se busca que el quiebre recupere la posible atención perdida.

### 2.5.5. Confirmación

Luego del quiebre y la recuperación de la atención, los magos vuelven al estado anterior (pleno) realizando nuevamente efectos más largos y complejos. Pero debido a que la audiencia ha estado recibiendo varias dosis de asombro e información, los magos esperan que el público en este punto este con la guardia baja y simplemente disfrutando el espectáculo. De la misma forma los divulgadores pueden esperar que su público este más involucrado con el tema pues se han ido dando los pasos hacia cosas cada vez más interesantes y/o complejas, la audiencia puede que no entienda completamente todos estos conceptos pero ya ha sido atrapada y quiere escuchar más. Aquí ya se debe terminar el tema que se ha empezado, llegar a las conclusiones que se plantearon al principio o responder al pregunta que se hizo, en pocas palabras concluir la premisa.

### 2.5.6. Final

En el ilusionismo el final es siempre la parte con mayor potencia de todo el espectáculo, algunos como Derren Brown incluso llegan a diseñar sus actos partiendo por el final (Brown and Sharkley, 2014). Esto significa superar todas las expectativas que tiene el público hasta ese momento, ya sean emocionales, visuales, cognitivas, etc; esto entendiendo que se viene de la fase anterior. Así para los comunicadores de la ciencia, el mejor y más genial experimento iría aquí, o la nueva forma de ver las cosas, la mejor historia, la conclusión personal al respecto, o un video emocionante que se relacione con el tema, etc. Es una fase en general corta, potente y marca el final de la charla. De haber una frase para el bronce, este es el momento de usarla como las últimas palabras que se digan. Al terminar esta fase, nadie puede tener duda de que la presentación ha terminado y los aplausos (ya sean por cortesía o genuinos) deben nacer espontáneamente.

### 2.5.7. +1

Luego del gran final los magos comprenden que el público puede quedar muy exaltado y con ganas de ver más, esta idea también se puede ver en los conciertos de música. Debido a esto los artistas suelen entregar un último regalo a su público con una última canción (el bis) o un juego de magia extra, normalmente esto iría después de los aplausos finales. De la misma forma en la divulgación, la intervención puede dejar a la audiencia muy arriba en su interés, muchas veces llenos de ideas nuevas y ahora deben volver a la normalidad. Debido a esto se agrega esta sección para ayudarlos a bajar de este estado con más calma y para esto se pueden hacer muchas cosas siendo la más común de todas, abrir un espacio a preguntas del público.

## 2.6. Generando impacto

Como se mencionó anteriormente la magia ha estudiado la estructuras de dos áreas principalmente, el juego de magia en sí y el espectáculo en su totalidad. Esto es importante debido a que si bien la presentación puede estar bien armada, no servirá de nada si cada bloque no logra su objetivo. En otras palabras el orden de los juegos de magia puede ser muy bueno pero si cada ilusión está mal diseñada no servirá de nada el orden. En su estudio de construcción de juegos de magia, los magos han trabajado la forma de maximizar el asombro a través de aumentar lo más posible en la audiencia la sensación de que algo imposible ha ocurrido (Tamariz, 1988). Desde las definiciones de Ascanio (Ascanio and Etcheverry, 2000), el re-análisis de Pareras (Pareras, 2013), el estudio sobre la construcción de Vernon (Ganson and Verner, 1957), los aportes de Slydini (Ganson and Slydini, 1960) y los meta-análisis de Tamariz (Tamariz, 2016) se ha destilado una técnica para generar contraste en la divulgación. A veces se desea que algo genere emociones fuertes como el asombro, que sea impactante o chocante, para esto hay una variedad de técnicas que provienen de diferentes disciplinas. Un ejemplo es cambiar la perspectiva de la audiencia a través de mostrarles donde están hoy y dónde podrían estar (Duarte, 2013), sin embargo todas las técnicas se reducen al contraste y en esta área el ilusionismo se ha encargado de estudiar esto por más de

2500 años (Steinmeyer, 2004; Caveney et al., 2013).

Por definición una ilusión ocurre cuando nuestro cerebro ve el contraste entre una situación inicial y una final que no respeta las leyes de la naturaleza a las que dicho cerebro está acostumbrado (Ascanio and Etcheverry, 2000), mientras mayor sea el contraste, más potente será el asombro generado.

Para esto la metodología esta bien definida (Pareras, 2013; Ganson and Verner, 1957; Ascanio and Etcheverry, 2000; Tamariz, 1988; Ganson and Slydini, 1960). Esto se explicará primero con un efecto de magia simple y luego desde el punto de vista de la divulgación:

Para la magia analizaremos el efecto de una moneda que desaparece en la mano.

1. **Entender cuál es el estado en el que está el público y cómo esto afecta a lo que se va a mostrar:**

Se pueden desaparecer muchas cosas en una mano, pero es importante que el público no sospeche del objeto que se va a utilizar. Así el artículo más utilizado por los magos es una moneda o una pelota, pues el público está altamente familiarizado con estos objetos. Si el mago utiliza un objeto que el público nunca antes ha visto, la audiencia podría sospechar que el objeto tiene algún truco que ayuda en la magia.

2. **Dejar muy claro cuál es la situación inicial, teniendo en cuenta a qué se va a llegar después:**

Si bien el mago sabe que la moneda va a desaparecer, el público aún no tiene idea por lo que el mago deberá mostrar claramente cuál es la situación inicial. En este caso el mago deberá depositar la moneda en su mano de manera clara, de modo que nadie dude que la moneda está en su puño.

3. **Mostrar la situación final de la forma más contrastante posible con la inicial:**

Esto significa poner la mano que contiene la moneda en una posición que atraiga la atención del público, así como también mirar dicha mano y posicionar el peso del cuerpo en el lado asociado a ese brazo, además mostrar casualmente que la moneda no está en la otra mano. El punto es reducir al máximo la cantidad

de cosas innecesarias que debe procesar el cerebro del espectador, solo debe recordar que la moneda está en esa mano.

**4. Hacer el gesto mágico:**

El mago hace un chasquido, sopla, golpea con una varita, etc para dramatizar que la magia ha ocurrido, la moneda ha desaparecido. Esto es importante debido que hasta ese momento en la mente del público la moneda aún estaba en la mano del mago, es solo cuando el mago hace el gesto mágico que el público se entera que la magia ocurrió, ahora solo falta comprobarlo.

**5. Dramatizar la revelación:**

Aquí es cuando se revela la mano vacía y que la moneda ha desaparecido. La revelación en sí misma deber realizarse de tal forma que ningún espectador sospeche que se está haciendo algo extraño y al mismo tiempo tiene que aprovechar la tensión y extenderla sin cortarla, usualmente a través de una revelación lenta como abrir dedo por dedo, aumentando la expectación del público.

**6. Remarcar el contraste justo después del climax:**

Luego de abrir el puño y revelar que la moneda ha desaparecido, a través de la voz recalcar el cambio que acaba de ocurrir de una forma fácil de entender, confirmando de esta manera lo que el espectador está viviendo.

**7. Reducir el tiempo (real o percibido) entre ambas situaciones al mínimo:**

Entre que se termina de presentar la situación inicial y se ve el resultado de la situación final, el tiempo debe ser el mínimo. A veces esto no se puede debido a que la situación inicial puede tener muchos detalles. Para solucionar este paréntesis de anti-contraste<sup>13</sup>, simplemente se debe resumir con palabras en una frase el contraste que se va a ver a continuación. En el caso de la moneda, no deben pasar muchos segundos entre que la moneda es atrapada en la mano y el momento en que la mano se abre mostrando que ya no está la moneda. Esto es además potenciado con una frase que mencione que la moneda está atrapada sin escapatoria en la mano.

<sup>13</sup>Término acuñado por Arturo de Ascanio ([Ascanio and Etcheverry, 2000](#)).

**8. Dar una pausa antes de continuar para permitir la asimilación de lo que acaba de ocurrir:**

Una vez pasada la situación final y se haya remarcado sobre el clímax, el mago debe detenerse. Acaba de haber un momento de aumento de la tensión seguido de una relajación, esto hace que el público pierda la atención en lo que está pasando muchas veces expresando la necesidad de comentarlo con el vecino, reír o incluso aplaudir. El tiempo de pausa lo dicta el público, la potencia del contraste y el ensayo, como regla general no es bueno interrumpir aplausos o risas<sup>14</sup>.

**9. Si hay un chiste, broma o "talla" que se desea utilizar, se debe hacer después de la pausa y nunca entre situación inicial y final:**

Los momentos graciosos generan relajación y bajas de atención, esto afectará profundamente la percepción del contraste pues la atención se habrá perdido, así como también la tensión que tan cuidadosamente se ha aumentado durante la fase inicial del efecto de magia. Debido a que el objetivo no es una presentación de comedia, los chistes deben ser complementos pero no el fin en sí mismo. Así es mejor que sean dejados para después del impacto y, si además tienen que ver con lo que se acaba de presenciar, sumarán al efecto amplificando las emociones asociadas a este contraste.

Ahora se muestran estas fases desde el punto de vista de la divulgación.

**1. Entender cuál es el estado en el que está el público y cómo esto afecta a lo que se va a mostrar:**

Hablando de computación cuántica, por ejemplo, hay que entender que la audiencia probablemente esté acostumbrada a celulares y conoce las velocidades de estos, lo más cercano a criptografía es la clave de transferencia electrónica y un computador grande es un estacionario.

Además el público está probablemente sentado con su celular en el bolsillo y

---

<sup>14</sup>Pero una técnica de amplificación es utilizar el momento en que la reacción está bajando para volver a aumentar la reacción con algo *rápido* relacionado a lo que se acaba de mostrar como un segundo efecto de magia inesperado.

están viendo una presentación en un proyector. Esto nos da a entender cuales son sus posibles conocimientos experienciales con respecto a la computación y por lo tanto qué cosas es necesario dejar en claro antes de continuar.

**2. Dejar muy claro cuál es la situación inicial, teniendo en cuenta a qué se va a llegar después:**

Ésta puede ser algo a lo que estén acostumbrados como que las cosas caen o algo que se debe explicar como poner alcohol en un vaso de precipitado. Lo que se potencia en la situación inicial es lo que más contrastará con el estado final. Si se va a mostrar cómo un líquido cambia de color, debe quedar más claramente en las mentes de la audiencia el color inicial del líquido, que su composición.

**3. Mostrar la situación final de la forma más contrastante posible con la inicial:**

No cambiar cosas que no importa que cambien, es decir, si el contraste es en altura entonces la ubicación en los otros ejes debe ser la misma al inicio y al final. El punto es, como se mencionó antes, reducir al máximo la cantidad de cosas innecesarias que debe procesar el cerebro del espectador.

**4. Apretar el botón:**

Esto es el equivalente de hacer un gesto mágico y se refiere a hacer andar el experimento, ahora bien puede que lo que se esté realizando sea una descripción y no algo visual, sin embargo hay un momento en la mente del espectador entre la situación inicial y final, encontrar ese momento y marcarlo de forma clara hará que el espectador no deba buscarlo por sí mismo y ahorrarle trabajo, permitiéndole mantener su atención en el presentador.

**5. Dramatizar la revelación:** En el caso de la divulgación no siempre se puede controlar la revelación, ya sea porque el experimento tiene tiempos establecidos o porque los resultados son aleatorios, pero dentro de lo posible aumentar el suspenso durante la revelación logrará que el contraste sea mayor.

**6. Remarcar el contraste justo después del clímax:**

A través de la voz recalcar el cambio que acaba de ocurrir de una forma fácil

de entender. i.e., *la marea subió 5 pisos*<sup>15</sup>.

**7. Reducir el tiempo (real o percibido) entre ambas situaciones al mínimo:**

Supongamos un pequeño experimento de laboratorio en el que alcohol líquido se solidifica, donde se tuvieron que preparar varias cosas en vivo previas a iniciar el experimento en si. Justo antes de *activar el experimento* se dice un resumen de lo que en realidad es importante del estado inicial, i.e., *Entonces luego que hemos preparado todos los mecheros y vasos de precipitado veamos que le ocurre a este alcohol que **está en estado líquido como ustedes mismos pueden comprobar***<sup>16</sup>.

**8. Dar una pausa antes de continuar para permitir la asimilación de lo que acaba de ocurrir:**

En la divulgación ocurre lo mismo que en la magia, es necesario dejar decantar unos momentos la experiencia de contraste que acaba de vivir la audiencia antes de continuar con la presentación.

Los estudios en neurociencia dicen que los momentos e ideas asociados a emociones más fuertes, que se pueden obtener con estos contrastes, son los que quedarán mejor grabados en la memoria del público (Compton, 2003). En este sentido se debe tener muy claro cuales son aquellas ideas que se quieren recalcar y buscar formas de presentarlas en alto contraste, esto será particularmente útil si dichas ideas son bloques de un camino común asociado al tema principal de la charla.

### 2.6.1. Sobre la efectividad y las mediciones

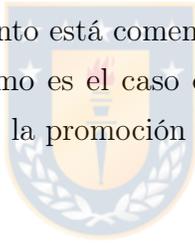
Desde que se ha estudiado de manera formal el uso de las historias, se han hecho grandes aseveraciones sobre su efectividad para enseñar y, últimamente, para divulgar. Sin embargo estudios que muestren dichos resultados han sido pocos y esto se debe principalmente a dos razones (Klassen, 2010; Hadzigeorgiou, 2016):

<sup>15</sup>Notar que en vez de decir 14.5 metros, se dice una altura de algo que todos han visto y pueden rápidamente imaginar.

<sup>16</sup>El hecho de decir que el público puede comprobar el estado inicial acentúa este mismo en su memoria a *posteriori* (Hellmann et al., 2011)

1. Los científicos, profesores y divulgadores no están entrenados para crear o adaptar historias. Esto debido a que normalmente no es parte del currículum académico de dichos profesionales. Fuera del talento natural no hay razón para esperar que uno de estos profesionales tenga la capacidad de crear o adaptar una historia de la misma manera que un guionista o escritor lo hace.
2. Medir la efectividad de una historia es muy difícil ya que se necesitan grandes estudios de control con doble ciego, controlando al menos por edad, sexo y factores socio-económicos. Además de incentivos para que las personas estén dispuestas a ser encuestadas o siquiera asistan a la actividad.

Debido a que en divulgación y enseñanza informal de la ciencia (ISE por sus siglas en inglés) no se ha probado de forma categórica la efectividad de las historias como estructura base, su cuestionamiento está comenzando a surgir y se pueden ver modificaciones a estas estructuras como es el caso de *Fusion Story Form* (Kerby et al., 2018), cuyo objetivo principal es la promoción y la evaluación del aprendizaje de conceptos en actividades de ISE.



## 2.7. Modelamiento basado en agentes

La modelación basada en agentes es una técnica común para estudiar y describir procesos de diversos tipos como la segregación (Schelling, 1971), educación (Ormazábal et al., 2020), difusión cultural (Axelrod, 1997) y econofísica (Yakovenko and Rosser Jr, 2009; Chakraborti et al., 2011) por nombrar algunos. Esta técnica permite reproducir sociedades virtuales que tienen una serie de reglas que gobiernan el accionar de sus individuos, i.e. los agentes. Las reglas de comportamiento que tienen dichos agentes generan, en el tiempo, comportamientos colectivos con alto interés de estudio. Los procesos en que a partir de comportamientos en lo micro se obtienen nuevos comportamientos en lo macro son llamados *bottom up* (de abajo hacia arriba) y son muy utilizados en los sistemas complejos. Los resultados que entrega un modelo pueden ser interpretados desde diversas áreas de la ciencia, entre ellas la física. Esto ha generado la creación de nuevos objetos de investigación interdisciplinaria como, por

ejemplo, la *Sociofísica*, que utiliza conceptos de física para describir el comportamiento social (Chakrabarti et al., 2006).

### 2.7.1. El modelo de esta tesis

En el presente trabajo se usó una variación al modelo creado por Ormazábal, Boroto Astudillo (Ormazábal et al., 2020) actualmente en revisión, en el cual por medio de agentes que representan estudiantes, se mide el aprendizaje medio de estos a lo largo de varias clases. En esta tesis el modelo descrito fue adaptado para que cada agente represente a una persona que asiste a una charla de divulgación científica de 1 hora de duración. Para poder aplicar este modelo se tomaron las siguientes hipótesis, que serán las reglas internas que tienen los agentes:

1. Todos los agentes perderán la atención un porcentaje de la duración de la charla dado por  $Pp$ .
2. Cuando un agente pierde su atención en la charla debido a *mindwandering*, pasado el tiempo de pérdida denominado *Lag*, el agente recupera la atención.
3. Los agentes no interactúan entre ellos.
4. Los agentes pueden poner atención de forma continua hasta un tiempo crítico  $Tc_j$ , obtenido de forma aleatoria para cada agente, dado por la ecuación (2.7.15).
5. El aprendizaje de un agente puede aumentar, disminuir o mantenerse constante y está dado por la ecuación (2.7.18).
6. Si un agente llega a su tiempo crítico, el siguiente ciclo de aprendizaje del agente tendrá una tasa de pérdida dada por la ecuación (2.7.17).
7. Cuando la estructura de divulgación genera una pausa de asimilación, los agentes dejan de tener tasa de pérdida y además la próxima tasa de pérdida será amortiguada por un coeficiente  $\beta$ , dado por la ecuación (2.7.16).
8. Las pausas de asimilación entregadas por la estructura tienen una duración, durante la cual todos los agentes tienen atención cero, pasada la pausa los agentes retoman la atención.

Así podemos definir dos estados para un agente cualquiera: **concentrado** y **desconcentrado**, los cuales son mutuamente excluyentes. Así el agente estará **desconcentrado** si su atención es cero, esto ocurre si se encuentra en cualquiera de estos casos: está en su tiempo crítico, está en un *Lag* o está en una pausa entregada por la estructura; si el agente no está en ninguno de estos estados su atención es distinta de cero y, por lo tanto, el agente estará **concentrado**.

Es importante destacar que debido a que los agentes no interactúan entre ellos, el modelo no puede presentar efectos de criticalidad autorganizada para la audiencia como conjunto. Entonces si bien los agentes poseen criticalidad, al no interactuar entre ellos, ésta no se traspaasa al conjunto. Para describir de forma más clara estas reglas, a continuación se definirán las variables que se utilizarán a lo largo de esta tesis:

- $T$ : Tiempo de duración total de la charla.
- $Tp$ : Tiempo total en el que el agente pierde la atención.
- $Pp$ : Probabilidad de que un agente pierda la atención.
- $N$ : Cantidad de veces que un agente pierde la atención.
- $Ta$ : Tiempo total en que el agente pone atención.
- $Tc$ : Tiempo crítico.
- $Tc_j$ : Tiempo crítico del  $j$ -ésimo agente.
- $\beta_j$ : coeficiente de amortiguación del  $j$ -ésimo agente.
- $Lag_j$ : Duración del *Lag* del  $j$ -ésimo agente.
- $Tpa_n$ : Duración de la  $n$ -ésima pausa de la estructura.
- $\gamma_j$ : Tasa de pérdida de aprendizaje del  $j$ -ésimo agente.
- $N_{Tc, j}$ : Cantidad de tiempos críticos que han ocurrido para el  $j$ -ésimo agente desde la última pausa.
- $E_j(t)$ : Entendimiento del  $j$ -ésimo agente en el tiempo  $t$ .
- $T_{up, j}$ : tiempo en el que ocurrió la última pérdida de atención del  $j$ -ésimo agente.

Ahora se calcula el valor del tiempo crítico para un agente cualquiera, de la primera hipótesis tenemos que:

$$T_p = T \cdot P_p \quad (2.7.1)$$

$$T_p = N \cdot Lag \quad (2.7.2)$$

$$\Rightarrow T \cdot P_p = N \cdot Lag \quad (2.7.3)$$

$$\Rightarrow N = \frac{T \cdot P_p}{Lag} \quad (2.7.4)$$

Pero también se tiene que:

$$T = T_a + T_p \quad (2.7.5)$$

$$T_a = T - T_p \quad (2.7.6)$$

Si un agente pierde la atención cada vez que llega a un  $T_c$ , entonces podemos obtener la cantidad de tiempo que está tomando atención a través de:

$$T_a = N \cdot T_c \quad , \text{ Usamos eq.}(2.7.6) \quad (2.7.7)$$

$$\Rightarrow T - T_p = N \cdot T_c \quad , \text{ Usamos eq.}(2.7.4) \quad (2.7.8)$$

$$\Rightarrow T - T_p = \frac{T \cdot P_p}{Lag} \cdot T_c \quad , \text{ Usamos eq.}(2.7.1) \quad (2.7.9)$$

$$T - T \cdot P_p = \frac{T \cdot P_p}{Lag} \cdot T_c \quad (2.7.10)$$

$$(T - T \cdot P_p) \cdot \frac{Lag}{T \cdot P_p} = T_c \quad (2.7.11)$$

$$T \frac{Lag}{T \cdot P_p} - (T \cdot P_p) \frac{Lag}{T \cdot P_p} = T_c \quad (2.7.12)$$

$$\frac{Lag}{P_p} - Lag = T_c \quad (2.7.13)$$

$$\Rightarrow T_c = Lag \left( \frac{1}{P_p} - 1 \right) \quad (2.7.14)$$

Así para el  $j$ -ésimo agente, la ecuación del tiempo crítico será:

$$Tc_j = Lag_j \left( \frac{1}{Pp_j} - 1 \right) \quad (2.7.15)$$

La ecuación (2.7.15) no considera que el agente pierda la atención debido a las pausas naturales que entrega la estructura de una charla, esto por dos razones: i) en la literatura no se han investigado los valores de  $Pp$  con pausas programadas; y ii) este tiempo crítico es algo intrínseco del agente sobre su distracción natural, no tiene sentido que el agente pueda saber de antemano cuales serán las pausas de la estructura y acomodar eso a su tiempo crítico.

Continuando, para la tasa de pérdida se tiene que la amortiguación está dada por:

$$\beta_j = \begin{cases} 1 & , \text{ si } \frac{Tpa_n}{Lag_j} \geq 1 \\ \frac{Tpa_n}{Lag_j} & , \text{ si } \frac{Tpa_n}{Lag_j} < 1 \end{cases} \quad (2.7.16)$$

Con esto podemos obtener la tasa de pérdida, que estará dada por:

$$\gamma_j = \begin{cases} 0 & , \text{ Si no ha habido ningún } Tc_j \text{ desde una } Pausa_n. \\ 0,5(1 - \beta_j) & , \text{ Si es el primer } Tc_j \text{ después de una } Pausa_n. \\ 0,5N_{Tc,j} & , \text{ Cualquier otro caso.} \end{cases} \quad (2.7.17)$$

Así finalmente el entendimiento estará dado por:

$$E_j(t) = \begin{cases} (t - T_{up,j})(1 - \gamma_j) & , \text{ Si el agente } j \text{ está } \mathbf{concentrado}. \\ E_j(t - 1) & , \text{ Si el agente } j \text{ está } \mathbf{desconcentrado} \end{cases} \quad (2.7.18)$$

Con todas estas ecuaciones podemos obtener analíticamente el mayor entendimiento que puede llegar a tener un agente si todas las condiciones son favorables. Analizando las hipótesis nos damos cuenta de que si una pausa provocada por la estructura cae en el mismo segundo que el tiempo crítico de un agente. La tasa de pérdida

no se activa, debido a que la pausa la cancela. De aquí es lógico pensar que si una estructura tiene pausas solo cuando ocurre un tiempo crítico, nunca habrá pérdida. Debido a que nunca habrá tasa de pérdida, la duración de dichas pausas tiene que ser mínima para permitir que el entendimiento comience a subir nuevamente, para esto podemos establecer la pausa en 1 segundo o igual a la menor pausa utilizada en las simulaciones (4s). Cómo deseamos obtener el máximo posible, lo lógico es que el tiempo de pérdida de atención natural ( $Pp$ ) sea mínimo, a modo de maximizar el  $Tc$ . Finalmente el valor de  $Lag$  se vuelve relevante para calcular la cantidad de tiempos críticos que ocurrirán durante la charla y sus respectivas duraciones. Así lo único que falta considerar es si es que la cantidad de tiempo en pausa equivale a uno o más valores enteros del  $Tc$ , de ser así en total habrá esa cantidad menos de tiempos críticos -y por tanto de pausas- en la duración de la charla. Esta relación se llamará  $\alpha^*$  y puede obtener de la siguiente forma:

$$\frac{T}{Tc} = n, \# \text{ de pausas} \quad (2.7.19)$$

$$n \cdot Tpa = \frac{T}{Tc} Tpa, \text{ Cantidad de tiempo en pausa} \quad (2.7.20)$$

$$\frac{n \cdot Tpa}{Tc} = \frac{T}{Tc^2} Tpa, \text{ cantidad de } Tc\text{'s durante pausa} \quad (2.7.21)$$

$$\Rightarrow \alpha^* = \frac{T \cdot Tpa}{Tc^2} \quad (2.7.22)$$

Donde  $n$  es la cantidad de pausas que ocurrirán dentro de la charla, con todo esto considerado, se puede ver que el entendimiento estará dado por

$$E = T - Tpa(n - \alpha) \quad (2.7.23)$$

Con  $\alpha$  el valor truncado a la unidad de  $\alpha^*$ . Así, mientras menos pausas tenga la charla y más cortas sean, mayor será el entendimiento<sup>17</sup>. Si le damos valores al  $Lag$  y a  $Pp$  tenemos que:

<sup>17</sup>Es importante destacar que la ecuación (2.7.23) solo permite calcular el entendimiento máximo posible del modelo para las condiciones ideales, no es una ecuación general que permita calcular el entendimiento máximo para cualquier condición.

$$Tc_j = Lag_j \left( \frac{1}{0,3} - 1 \right) \quad (2.7.24)$$

$$Tc_1 = 50s \left( \frac{1}{0,3} - 1 \right) = 116s, \text{ con } Lag \text{ m\u00ednimo.} \quad (2.7.25)$$

$$Tc_2 = 100s \left( \frac{1}{0,3} - 1 \right) = 233s, \text{ con } Lag \text{ m\u00e1ximo.} \quad (2.7.26)$$

$$(2.7.27)$$

De aqu\u00ed podemos obtener el  $n$ , es decir la cantidad de pausas que ocurren

$$n_1 = \frac{3600s}{116s} = 31, \text{ con } Tc_1 \quad (2.7.28)$$

$$n_2 = \frac{3600s}{233s} = 15, \text{ con } Tc_2 \quad (2.7.29)$$

$$(2.7.30)$$

Y finalmente tenemos que:

$$\alpha_1^* = \frac{n_1 \cdot Tpa}{(Tc_1)^2} = 1,07 \rightarrow \alpha = 1 \quad (2.7.31)$$

$$\alpha_2^* = \frac{n_2 \cdot Tpa}{(Tc_2)^2} = 0,26 \rightarrow \alpha = 0 \quad (2.7.32)$$

$$E_1 = 3600s - 1s(31 - 1) = 3570, \text{ con } n_1 \quad (2.7.33)$$

$$E_2 = 3600s - 1s(15 - 0) = 3585, \text{ con } n_2 \quad (2.7.34)$$

$$E_3 = 3600s - 4s(15 - 0) = 3540, \text{ con } Tpa = 4s \quad (2.7.35)$$

Osea, el valor m\u00e1ximo posible de entendimiento que permite el modelo es 3585, pero si consideramos que la pausa tiene una duraci\u00f3n m\u00ednima de 4 segundos, entonces el m\u00e1ximo ser\u00e1 de 3540. Se debe recordar que debido a que la simulaci\u00f3n avanza sus tiempos de 1 en 1 con valores siempre enteros, no se pueden tener tiempos con valores decimales, por lo que se han hecho las aproximaciones que har\u00eda el programa,

truncando a la unidad cualquier tiempo con números después de la coma.



# Capítulo 3

## Metodología

En este capítulo se describe el uso del modelo explicado en (2.7) para esta investigación.

### 3.1. Descripción básica del modelo

El modelo basado en agentes se desarrolló en un código Fortran, en éste se pueden establecer las siguientes condiciones iniciales:

1. Duración de la charla, dado por la variable  $T$ .
2. Cantidad de agentes, dado por la variable  $Na$ .
3. Cantidad de experimentos, dado por la variable  $Ne$ .
4. Estructura de la exposición, dado por la variable  $E$ .
5. Valor del  $Lag$ , obtenido de forma aleatoria para cada agente.

En cada experimento,  $Na$  agentes son sometidos a una charla de divulgación científica de duración  $T$  con una estructura  $E$ . Además durante el experimento, los agentes tendrán un valor de  $Lag$  establecido (obtenido de forma aleatoria). Según estas condiciones iniciales se analiza la atención y entendimiento de los agentes en cada segundo de cada uno de los  $Ne$  experimentos. Finalmente se calculan los promedios

y desviación estándar correspondientes para los valores de interés. Se debe considerar también que para este trabajo se decidió usar  $Pa_j \in [0,3, 0,5]$ , ya que según la literatura las personas pierden la atención de forma natural durante un 30 a 50 % del tiempo de la actividad que están realizando (Mar et al., 2012).

## 3.2. Condiciones iniciales utilizadas

### 3.2.1. Caso más general

Para el caso más general se hicieron varias simulaciones, primero se variaron los tiempos de duración de los experimentos y luego se varió la cantidad de agentes que participan en el experimento.

Condiciones Iniciales *Lag* aleatorio:

- $T = 1800s, 3600, 5400s.$
- $Na = 100, 500, 1000.$
- $Ne = 100.$
- $E =$  Sin estructura, i.e., la pausa ocurre solamente al final.
- $Lag =$  Valor aleatorio en un rango de 50s a 100s, esto implica que  $Tc$  estará en el rango  $[50s, 233s]$ .
- Cantidad de simulaciones: 6.

Luego de analizar los resultados del caso más general, se decidió utilizar para el resto de las simulaciones un tiempo total  $T$  de 1800s, 2700s y 3600s, valor de  $Lag$  aleatorio entre 50s y 100s y un número de agentes  $Na$  de 100. Se ha decidido dejar el valor máximo del  $Lag$  en 100s debido a que no se conoce un máximo de duración del *daydreaming* y por lo tanto 2 veces el valor conocido es tan buena aproximación como cualquier otra. Los detalles de por qué se eligieron estos valores se pueden encontrar en [4.2.1](#)

### 3.2.2. Estructuras de control

Como estructura de control se definió que las pausas ocurrirán a intervalos fijos  $I_p$ , donde  $I_p$  es el tiempo que transcurre entre una pausa y otra, sin considerar la duración de las pausas ( $T_{pa}$ ). Así, se definió que se utilizarían como control estructuras con pausas cada 30s, 90s, 180s, 360s, 600s, 1200s y 1800s<sup>1</sup>. Además se definió que las duraciones de las pausas será el promedio de las pausas de todas las estructuras de estudio, es decir 16s para 3600s, 12s para 2700s y 9s para 1800s.

Así las Condiciones Iniciales serán:

- $T = 1800s, 2700s, 3600s$ .
- $N_a = 100$ .
- $N_e = 100$ .
- $I_p = 30s$  (9s, 12s, 16s), 90s (9s, 12s, 16s), 180s (9s, 12s, 16s), 360s (9s, 12s, 16s), 600s (9s, 12s, 16s), 1200s (9s, 12s, 16s) y 1800s (9s, 12s, 16s).
- $Lag$  : Valor aleatorio en un rango de 50s a 100s.
- Cantidad de simulaciones: 21.

### 3.2.3. Estructura de la magia

Para la estructura de la magia se designaron valores acorde a la descripción realizada en (2.4), así las pausas ocurren en los tiempos 240s (15s), 615s (20s), 1475s (30s), 1805s (25s), 2410s (30s), 2940s (20s) y 3600s. Entre paréntesis se muestran las duraciones de dichas pausas, luego las condiciones iniciales quedan:

- $T = 1800s, 2700s, 3600s$ .
- $N_a = 100$ .
- $N_e = 100$

<sup>1</sup>Debido a que el tiempo máximo es de 3600 segundos, pausas con intervalos mayores a 1800s solo ocurren una vez por lo que se vuelven redundantes.

- $E_{1800} = 120s$  (8s), 300s (10s), 720s (15s), 870s (13s), 1160s (15s), 1410s (10s), 1800.
- $E_{2700} = 180s$  (11s), 450s (15s), 1080s (23s), 1305s (19s), 1740s (23s), 2115s (15s), 2700s.
- $E_{3600} = 240s$  (15s), 600s (20s), 1440s (30s), 1740s (25s), 2320s (30s), 2820s (20s) y 3600s.
- *Lag* : Valor aleatorio en un rango de 50s a 140s.
- Cantidad de simulaciones: 3.

### 3.2.4. Estructura de una historia

Como se mencionó antes se utilizarán tres versiones, la de Vogler, la de Harmon y la de Aristóteles. Así tenemos que para el viaje del héroe las condiciones iniciales serán



#### 3.2.4.1. Vogler

- $T = 1800s, 2700s, 3600s$ .
- $N_a = 100$ .
- $N_e = 100$ .
- $E_{1800} = 107s$  (3s), 131s (4s), 190s (9s), 413s (5s), 936s (2s), 1071s (12s), 1493s (7s), 1654s (4s), 1722s (7s), 1742s (4s), 1780s (6s), 1800
- $E_{2700} = 161s$  (4s), 197s (5s), 285s (13s), 620s (7s), 1403s (3s), 1606s (18s), 2240s (10s), 2482s (5s), 2582s (10s), 2613s (6s), 26670s (9s), 2700
- $E_{3600} = 214s$  (5s), 262s (7s), 380s (17s), 826s (9s), 1871s (4s), 2141s (24s), 2986s (13s), 3309s (7s), 3443s (13s), 3484s (8s), 3559s (12s), 3600.
- *Lag* : Valor aleatorio en un rango de 50s a 140s.
- Cantidad de simulaciones: 3.

Para la versión de Dan Harmon tenemos:

### 3.2.4.2. Harmon

- $T = 1800s, 2700s, 3600s$ .
- $Na = 100$ .
- $Ne = 100$ .
- $E_{1800} = 105s (10s), 232s (11s), 319s (11s), 1478s (9s), 1503s (4s), 1593s (4s), 1621s (3s), 1700s (15s)$ .
- $E_{2700} = 158s (16s), 348s (17s), 479s (17s), 2217s (13s), 2254s (5s), 2389s (5s), 2432s (4s), 2550s (23s)$ .
- $E_{3600} = 211s (21s), 464s (22s), 639s (22s), 2956s (18s), 3006s (7s), 3186s (7s), 3243s (6s), 3401s (31s)$ .
- $Lag$  : Valor aleatorio en un rango de 50s a 140s.
- Cantidad de simulaciones: 3.

Finalmente para la versión de Aristóteles tenemos que:

### 3.2.4.3. Aristóteles

- $T = 1800s, 2700s, 3600s$ .
- $Na = 100$ .
- $Ne = 100$ .
- $E_{1800} = 459s (9s), 1350s (9s), 1800s$ .
- $E_{2700} = 675s (12s), 2025s (12s), 2700s$ .
- $E_{[1800]} = 900s (16s), 2700s (16s), 3600s$ .
- $Lag$  : Valor aleatorio en un rango de 50s a 140s.

- Cantidad de simulaciones: 3.

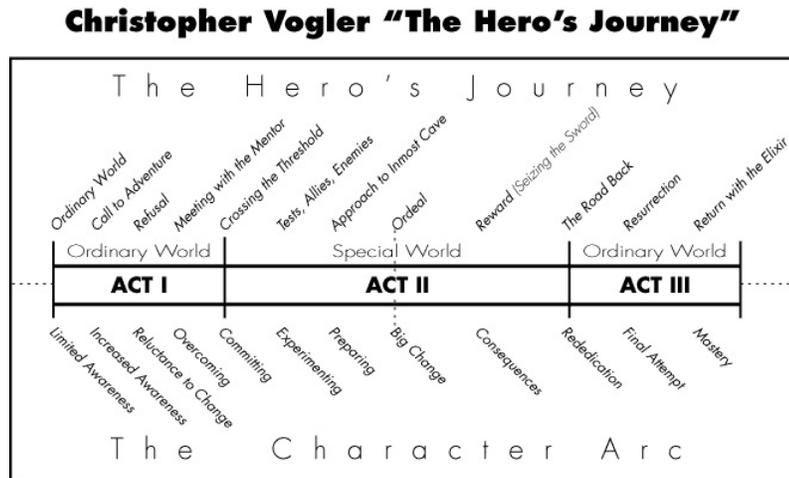
Así tenemos que la cantidad total de simulaciones será: 39.

### 3.2.5. Sobre las estructuras

Las pausas elegidas para cada estructura son, a final de cuentas, subjetivas. Esto es algo de lo que no se puede escapar debido a que tanto la magia como la narración (Literatura, cine y teatro) son artes y, por lo tanto, son intrínsecamente sujetas a opinión. Habiendo dicho esto, se decidió elegir valores basados en conversaciones con expertos en cada área (magia y guión) y la literatura especializada (McKee, 2011; Yorke, 2013; Campbell, 2008; Harmon, 2014; Acevedo, 2015; Tamariz, 2016; Vogler, 2007). Cabe recordar que tanto la estructura de Harmon como de Vogler son profundizaciones de la de Aristóteles (como se puede ver representado en la imagen (3.2.1)) y por lo tanto se podría argumentar que no es necesario poner esta última, sin embargo es necesario también volver a mencionar que muchos divulgadores no conocen las estructuras más avanzadas y es perfectamente plausible que decidan usar la versión más simple posible de una historia. Así, finalmente tenemos que para la estructura de Aristóteles, el tiempo se divide en 25 % en el primer acto, 50 % en el segundo y 25 % en el tercero, esto debido a que la mayor parte de la historia ocurre en el segundo acto (Vogler, 2007). Las pausas para la estructura de Aristóteles fueron todas de igual duración y equivalentes al promedio de las pausas de las otras estructuras de historias<sup>2</sup>. Finalmente para la estructura de Vogler y de Harmon se dedujeron tiempos de acuerdo a los trabajos de McKee, Snyder, Vogler y Harmon (McKee, 2011; Vogler, 2007; Snyder, 2005; Harmon, 2014) teniendo en cuenta que en el cine, una página equivale a un minuto y que se aproximaron las décimas de segundo al segundo más cercano.

---

<sup>2</sup>Esto se debe a que no fue posible determinar una duración de pausa con referencias o consejo experto.



**Figura 3.2.1:** El viaje del héroe de Campbell sobrepuesto en los tres actos de Aristóteles. Fuente: "El viaje del escritor" de Christopher Vogler (Vogler, 2007)

### 3.2.6. Sobre el número de agentes

S bien las actividades de comprensión pública de la ciencia pueden tener audiencias de variados tamaños, siendo por ejemplo 50, 100 y 150 valores comunes de asistencia para las actividades de poco alcance (actividades en escuelas, centros culturales, etc.); 200 y 250 son asistencias comunes para actividades de alcance medio (auditorios de universidades, actividades al aire libre, etc.); y 500 y 1000 agentes son para actividades masivas que se pueden desarrollar en grandes espacios (teatros, anfiteatros, auditorios, etc.)<sup>3</sup>. Así considerando los resultados del caso general (4) se decidió elegir una cantidad total de 100 agentes, debido a que una mayor cantidad de agentes no genera diferencias reales en los resultados.

### 3.2.7. Sobre el tiempo y el número de experimentos

Se decidió utilizar para los casos más generales tres valores distintos de duración: 30 minutos, 60 minutos y 90 minutos. Luego de analizar los datos entregados por estos valores (ver capítulo (4)) se decidió utilizar 1 hora de duración para todas las siguientes simulaciones. Para todos los casos se realizaron 100 experimentos, de modo

<sup>3</sup>Estos rangos son definiciones de este estudio según la experiencia chilena de divulgación.

de tener un análisis estadístico significativo.

### 3.3. Toma de datos

Los datos a guardar durante las simulaciones serán la atención y el entendimiento de cada agente en cada experimento.

#### 3.3.1. Atención

La atención de un agente es evaluada en cada segundo y su valor puede aumentar, o ser igual a cero. Para que la atención del agente aumente se necesita que el agente este en el estado **concentrado**, en dicho caso la atención aumentará en 1. Cuando el agente está en un estado **desconcentrado**, la atención es igual a cero. Así según estas condiciones se guardan los datos de atención de cada agente en cada segundo de cada experimento.

#### 3.3.2. Entendimiento

El entendimiento de un agente cualquiera puede aumentar, mantenerse constante o disminuir dependiendo de las condiciones en las condiciones asociadas a él. Así solo podrá aumentar su entendimiento si está **concentrado** y su tasa de pérdida es menor a 1; podrá perder entendimiento si esta **concentrado** y su tasa de pérdida es mayor que 1; y finalmente podrá mantener su entendimiento constante si está **concentrado** y además su tasa de pérdida es exactamente igual a 1 o si el agente está **desconcentrado**.

## Capítulo 4

# Análisis y Discusión

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos por las diferentes simulaciones mencionadas en el capítulo anterior, así como otros cálculos sobre los límites del modelo.



### 4.1. Procesamiento

En la sección (3.3) se menciona que se guardan los valores de atención y entendimiento por segundo, por agente y por experimento. Así podemos obtener los promedios para atención:

$$At_{j,i}(t) = \begin{cases} At_{j,i}(t-1) + 1 & , \text{ si el agente está } \mathbf{concentrado}. \\ 0 & , \text{ si el agente está } \mathbf{desconcentrado}. \end{cases} \quad (4.1.1)$$

$$Am_i(t) = \frac{\sum_{j=1}^{j=Na} At_{j,i}(t)}{Na} \quad (4.1.2)$$

$$Amf(t) = \frac{\sum_{i=1}^{i=Ne} Am_i(t)}{Ne} \quad (4.1.3)$$

Donde  $At_{j,i}(t)$  es la atención del  $j$ -ésimo agente en el  $i$ -ésimo experimento para el tiempo  $t$ ,  $Am_i(t)$  es el promedio de la atención del  $i$ -ésimo experimento en el tiempo  $t$ ,  $Amf(t)$  es la atención promedio de todos los experimentos para un tiempo  $t$ ,  $Na$  es el número de agentes y  $Ne$  es el número de experimentos. Mientras que para el entendimiento, los promedios estarán dados por:

$$E_{j,i}(t) = \begin{cases} (t - T_{up,j})(1 - \gamma_j) & , \text{ si el agente } j \text{ está } \mathbf{concentrado}. \\ E_j(t - 1) & , \text{ si el agente } j \text{ está en } \mathbf{desconcentrado}. \end{cases} \quad (4.1.4)$$

$$Em_i(t) = \frac{\sum_{j=1}^{j=Na} E_{j,i}(t)}{Na} \quad (4.1.5)$$

$$Emf(t) = \frac{\sum_{i=1}^{i=Ne} Em_i(t)}{Ne} \quad (4.1.6)$$

Donde  $E_{i,j}(t)$  es el entendimiento del  $j$ -ésimo agente en el  $i$ -ésimo experimento en un tiempo dado  $t$ ,  $Em_i(t)$  es el entendimiento media del  $i$ -ésimo experimento en el tiempo  $t$  y  $Emf(t)$  es el entendimiento promedio de todos los experimentos para el tiempo  $t$ .

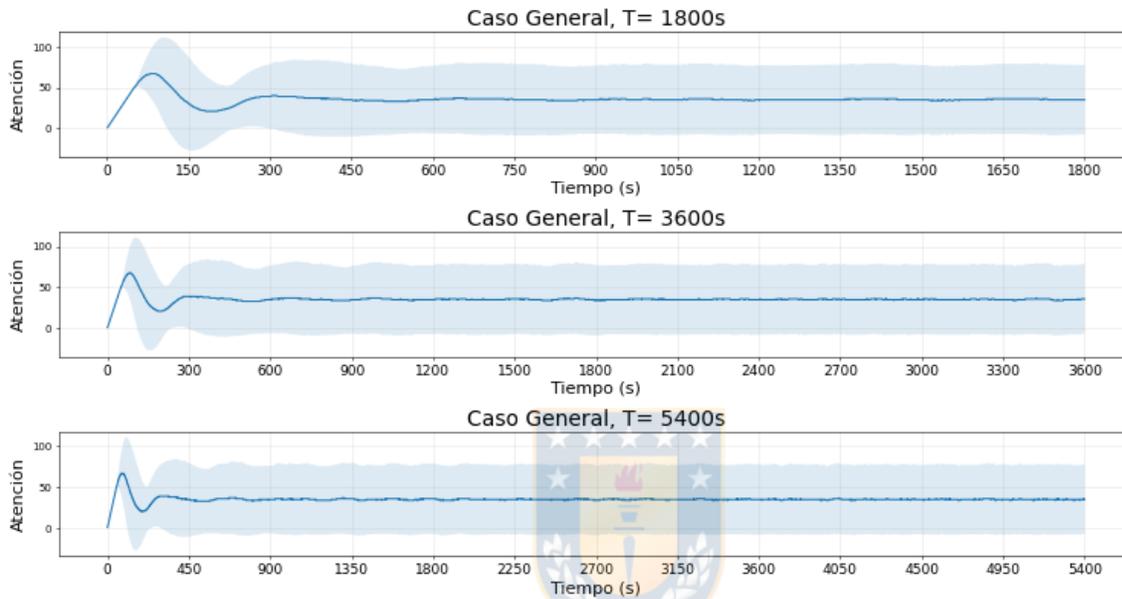
Así lo que se mostrará en los gráficos de más adelante serán los valores de  $Emf(t)$  normalizado sobre 3600 y  $Amf(t)$ . A estos valores se les calcula su desviación estándar correspondiente. Junto a lo anterior también se extrae la información entregada durante una charla normalizada sobre 3600, esto se obtiene al contar la cantidad de tiempo que la estructura permite "hablar" al presentador. Por último se calcula un valor de *eficacia* dado por la multiplicación entre el entendimiento y la cantidad de información entregada.

## 4.2. Resultados

Del procesamiento de datos anterior se obtienen gráficos para los diversos sets de condiciones iniciales propuestos en (3.2), estos se muestran a continuación

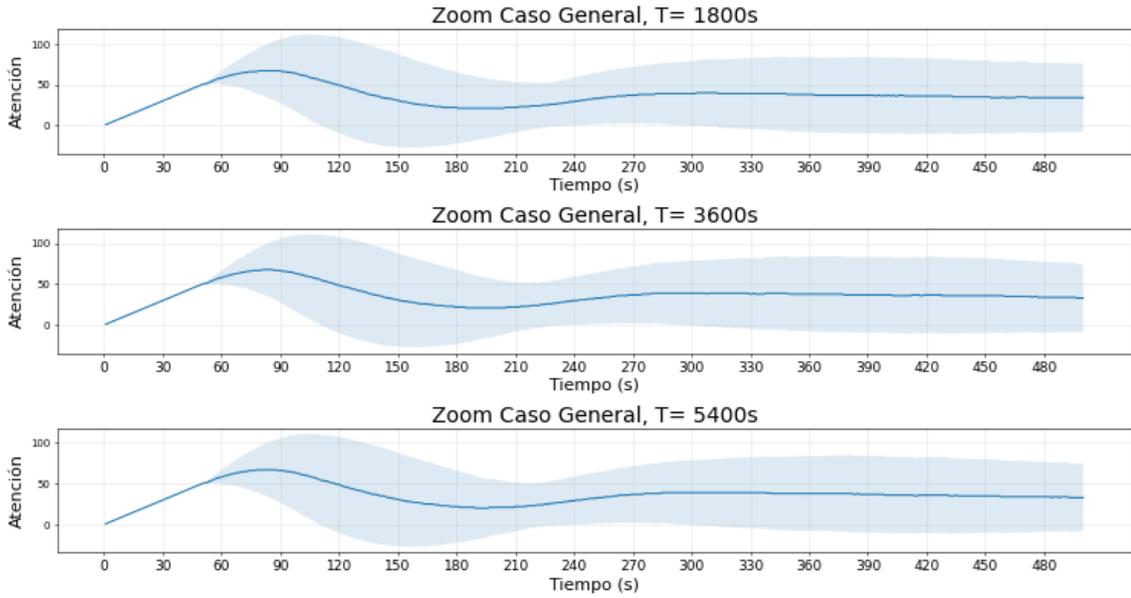
### 4.2.1. Resultados caso general

### 4.2.2. Variando tiempos



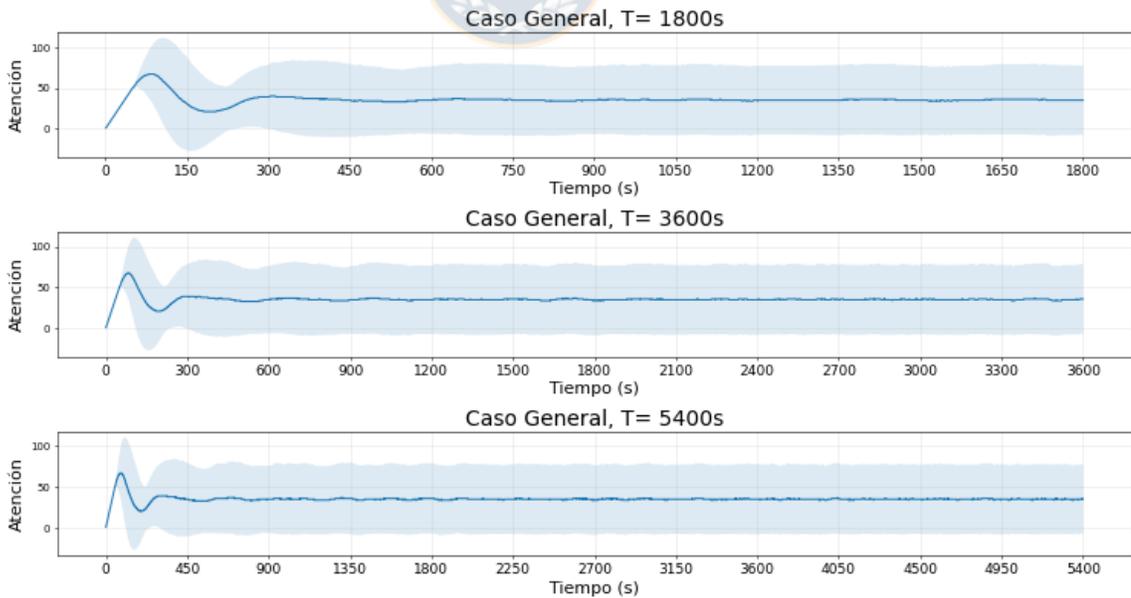
**Figura 4.2.1:** Comparación de la atención diferentes tiempos en simulaciones sin estructuras (sin pausas).

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.2:** Zoom al transiente de la atención del caso sin estructuras de diferentes tiempos de simulación.

Fuente: Elaboración propia.

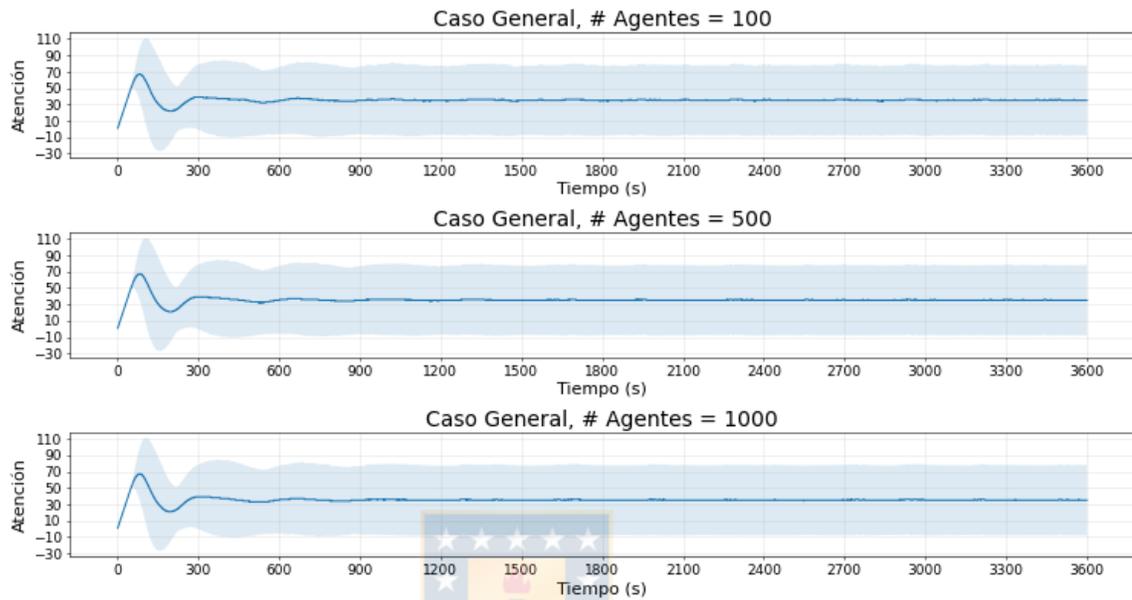


**Figura 4.2.3:** Comparación de entendimiento para diferentes tiempos en simulaciones sin estructuras (sin pausas).

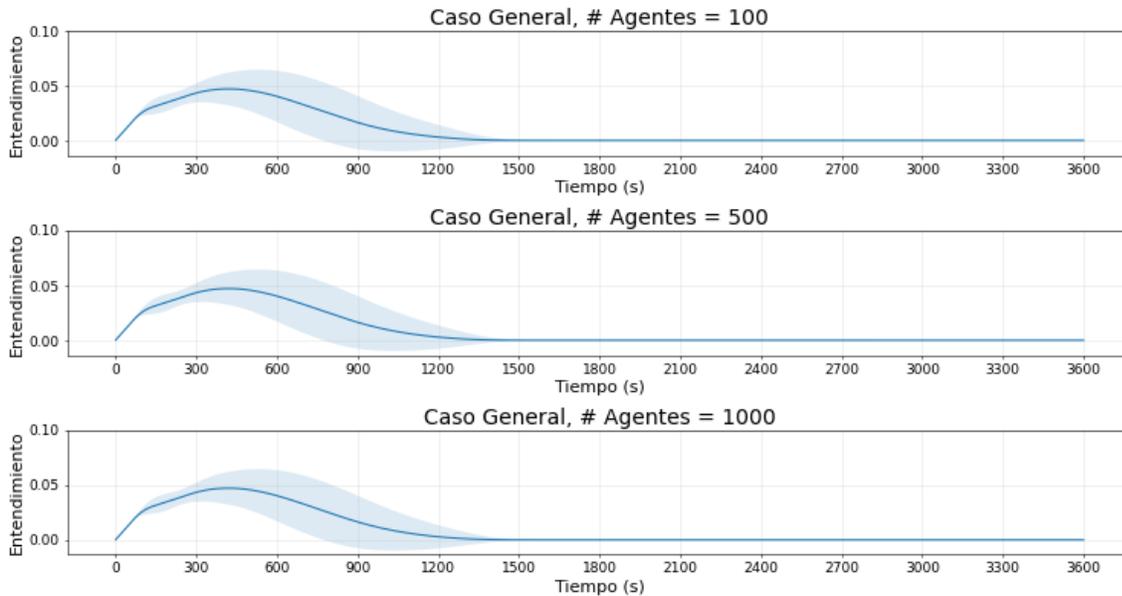
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede ver en la figura (4.2.2) la atención colectiva de los agentes pasa por un proceso de transición por los primeros 280 segundos. Esto es debido a que durante los primeros 50 segundos aún no ha ocurrido un tiempo crítico para ningún agente, pasado esto comienzan a ocurrir tiempos críticos y para el segundo 233 ya han ocurrido todos los posibles; así a medida que comienzan a aparecer los tiempos críticos de cada uno de los 100 agentes, la atención irá aumentando hasta alcanzar su máximo entre los segundos 67 y 88. Luego la cantidad de agentes que **desconcentrados** será muy alta y comenzará el descenso de la atención promedio hasta su punto más bajo (desde que empieza el primer tiempo) entre los segundos 179 y 204. Luego de este momento bajo comienza la recuperación, que al agregarse los tiempos críticos restantes se estabiliza en torno al valor 35 (35.3 para 1800s, 35.3 para 3600s y 35.1 para 5400s.), este proceso ocurre independientemente de la duración de la charla y no afecta ni a la estabilización del transiente ni a los valores de la atención para los tiempos estudiados como se puede ver en la figura (4.2.1). Este factor (la duración) solo hace relevancia en torno al entendimiento (figura (4.2.3)), así para tiempos mayores 1543s, el entendimiento siempre será cero. Teniendo esto en cuenta se pueden analizar los efectos de la cantidad de agentes sin la necesidad de variar el valor del tiempo para ello, Así se decidió utilizar un tiempo total de 3600s para tener un espacio de estabilización más prolongado.

### 4.2.3. Variando agentes



**Figura 4.2.4:** Comparación de la atención para diferentes cantidades de agentes en simulaciones sin estructuras (sin pausas). Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.5:** Comparación del entendimiento para diferentes cantidades de agentes en simulaciones sin estructuras (sin pausas).

Fuente: Elaboración propia.

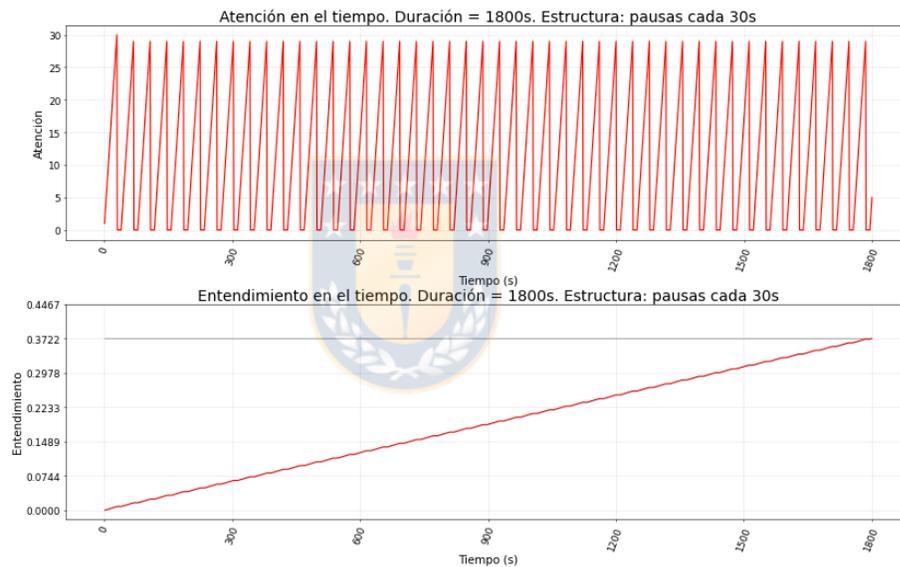
En el caso del número de agentes, figuras (4.2.4) y (4.2.5), es fácil notar que su aumento o disminución entregará variaciones insignificantes sobre el resultado debido a que los agentes no interactúan entre ellos. De hecho los promedios de atención entre 1000 y 100 agentes varían en 0.05 y las desviaciones estándar de atención varían en 0.1; por otro lado el entendimiento y su desviación estándar varían en 0.0001 y 0.0008 respectivamente. Así se definió que 100 agentes es un balance adecuado entre tiempo de simulación y detalle de resultados.

Por otro lado es claro ver que utilizando valores de *Lag* aleatorios nos acercamos más a la realidad, ya que no todo el mundo experimenta el *daydreaming* con la misma duración. Su límite superior se ha establecido en 100s debido a que no se conoce su duración máxima, ante esta duda se ha decidido arbitrariamente establecerlo en dos veces su duración mínima. Se espera que trabajos futuros en las áreas de neurociencia y psicología sean capaces de establecer una cota superior más precisa. Habiendo dicho esto, la diferencia que pueda haber entre el límite superior real y el establecido arbitrariamente en esta tesis solo generará un cambio en la desviación estándar y un corrimiento del promedio..

Finalmente y debido a que la duración de la charla no afecta la toma de atención de los agentes (a menos que sea menor a 5 minutos), es necesario probar cada una de las estructuras de control y estudio bajo diversas duraciones. Así se eligió simular charlas que duren 30 minutos, 45 minutos y 1 hora para cada caso.

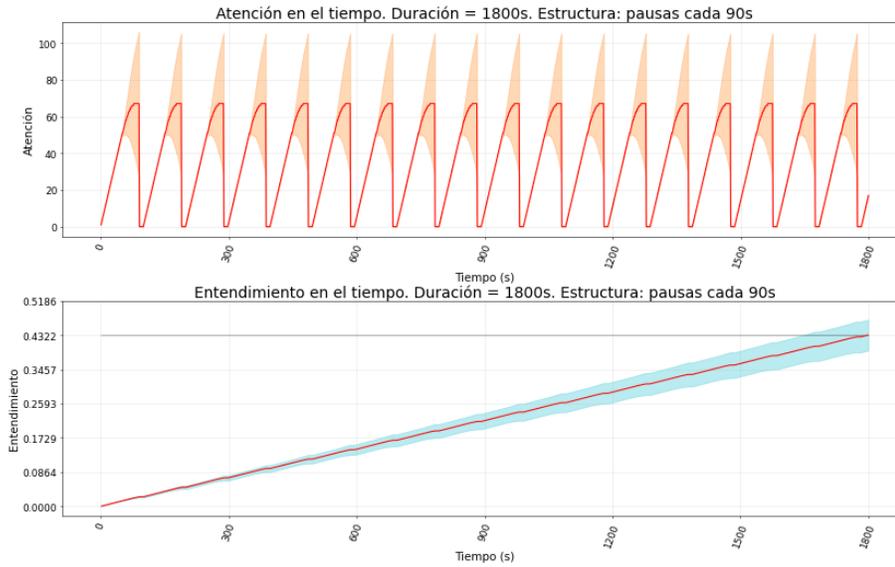
#### 4.2.4. Resultados estructura control

##### 4.2.4.1. Pausas homogéneas para 1800s

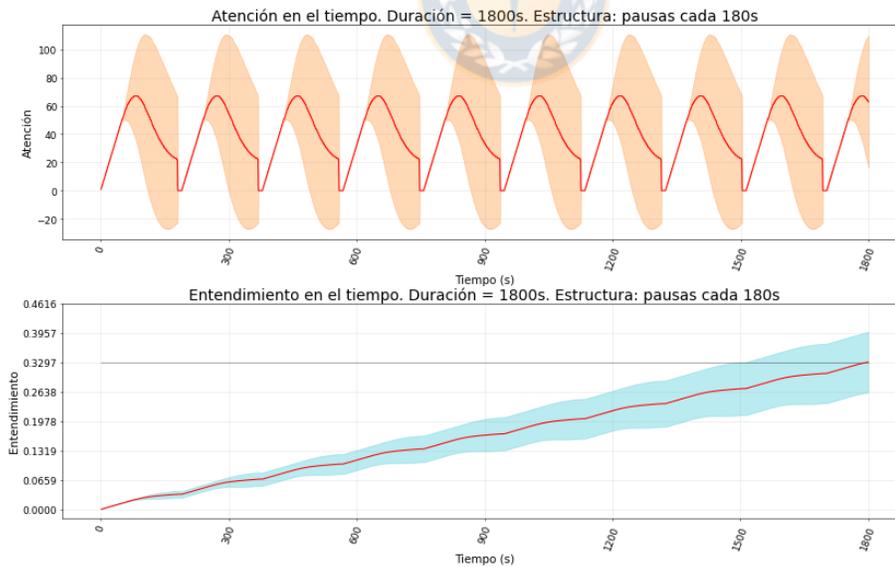


**Figura 4.2.6:** Atención y Entendimiento en el tiempo para una estructura que para en intervalos de 30s durante 9s. Duración de la charla: 30 minutos.

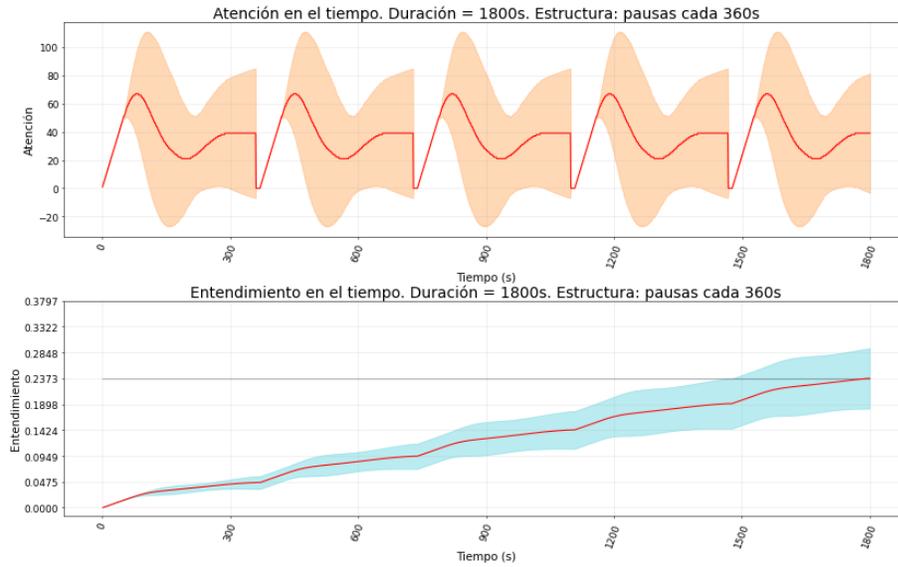
Fuente: Elaboración propia.



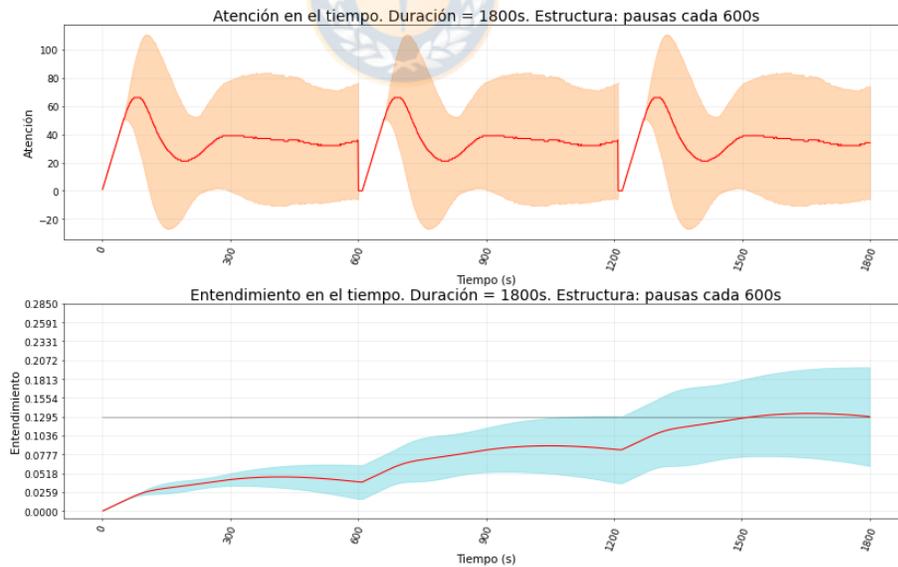
**Figura 4.2.7:** Izquierda: Atención y Entendimiento en el tiempo para una estructura que para en intervalos de 90s durante 9s. Duración de la charla: 30 minutos. Fuente: Elaboración propia.



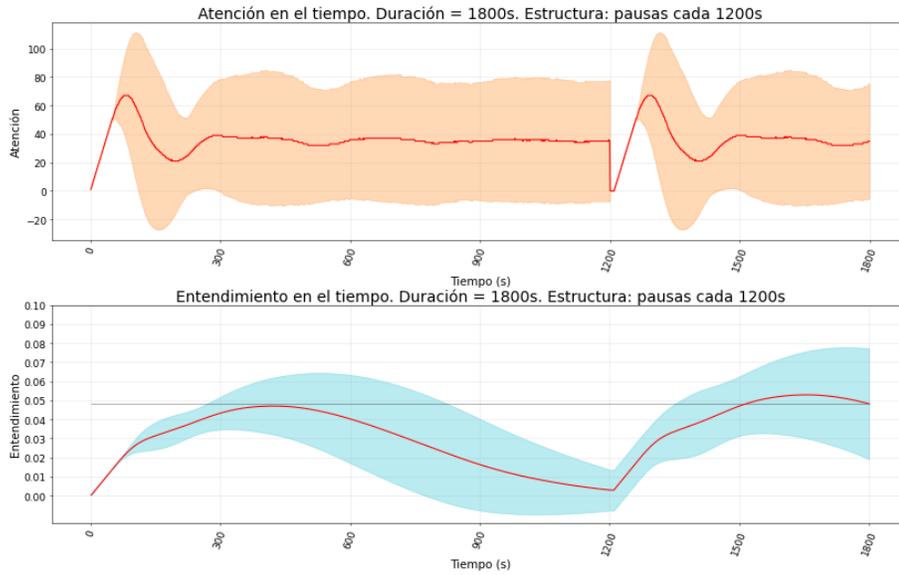
**Figura 4.2.8:** Atención y Entendimiento en el tiempo para una estructura que para en intervalos de 180s durante 9s. Duración de la charla: 30 minutos. Fuente: Elaboración propia.



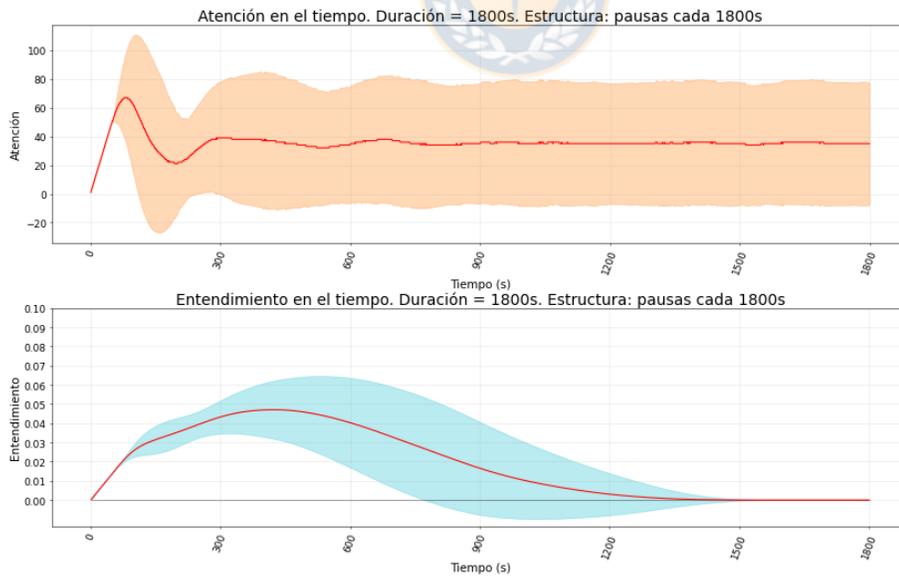
**Figura 4.2.9:** Atención y Entendimiento en el tiempo para una estructura que para en intervalos de 360s durante 9s. Duración de la charla: 30 minutos.  
Fuente: Elaboración propia.



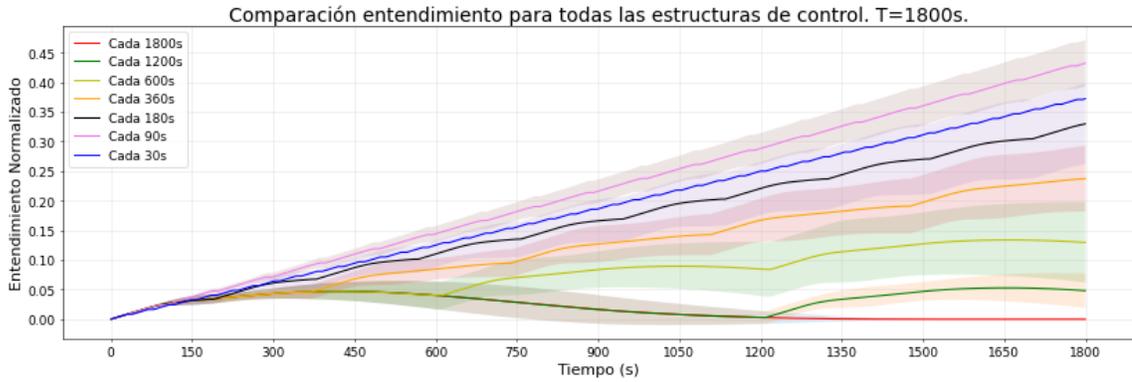
**Figura 4.2.10:** Atención y Entendimiento en el tiempo para una estructura que para en intervalos de 600s durante 9s. Duración de la charla: 30 minutos.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.11:** Atención y Entendimiento en el tiempo para una estructura que para en intervalos de 1200s durante 9s. Duración de la charla: 30 minutos. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.12:** Atención y Entendimiento en el tiempo para una estructura que para en intervalos de 1800s durante 9s. Duración de la charla: 30 minutos. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.13:** Comparación del entendimiento en el tiempo para todas las estructuras de control con duración de 30 minutos.

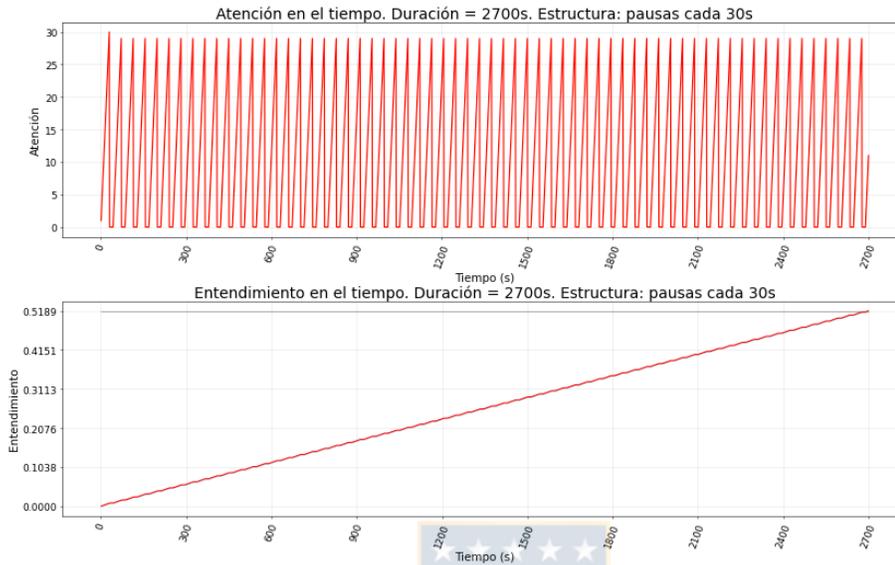
Fuente: Elaboración propia.



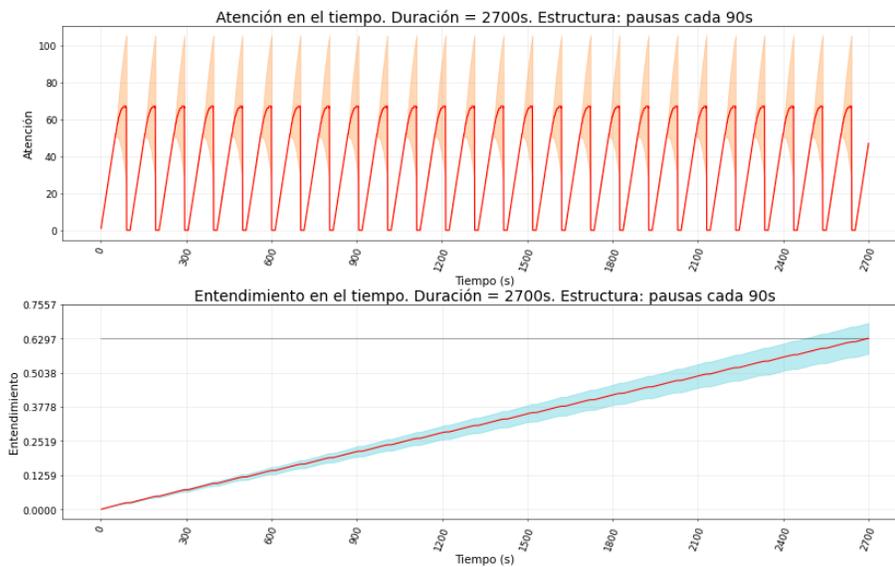
**Figura 4.2.14:** Comparación del entendimiento en el tiempo para todas las estructuras de control con duración de 30 minutos. No se incluyen las desviaciones estándar para mayor claridad.

Fuente: Elaboración propia.

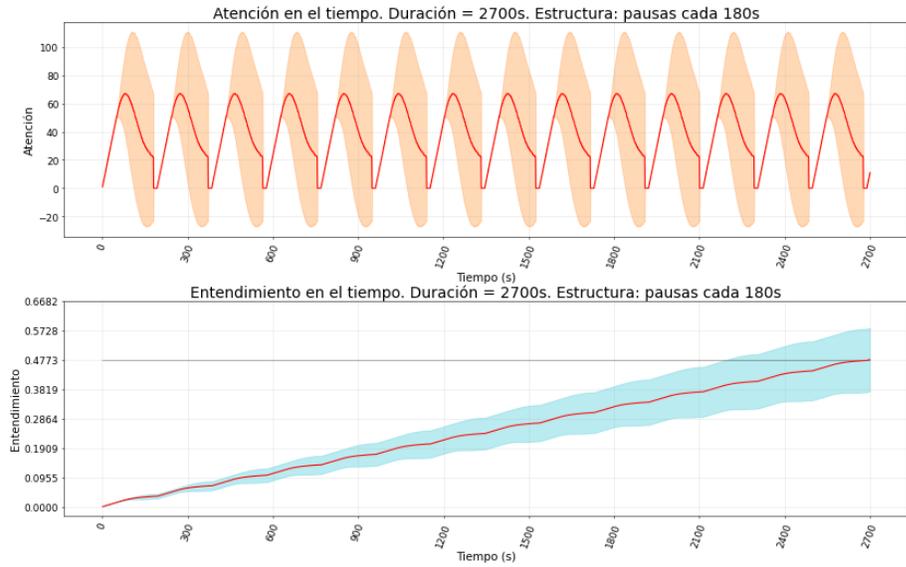
#### 4.2.4.2. Pausas homogéneas para 2700s



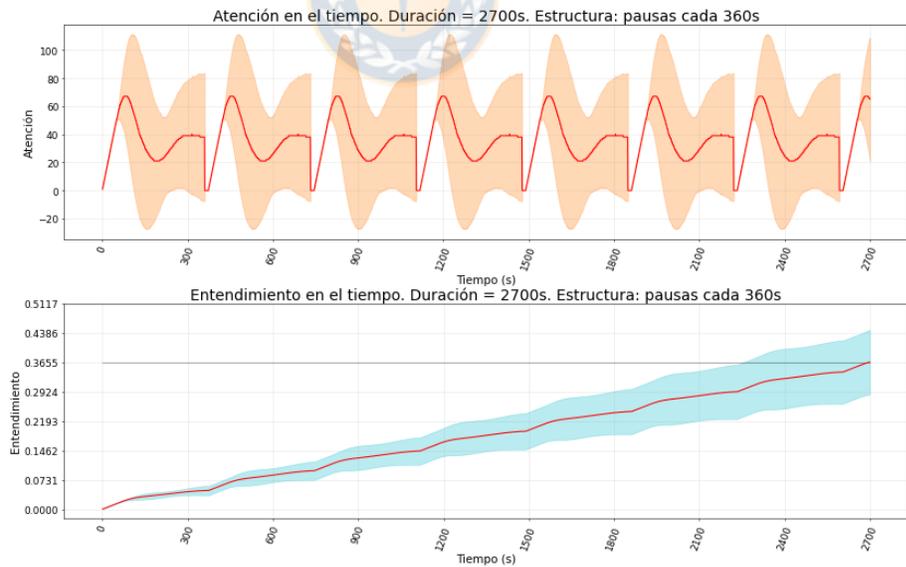
**Figura 4.2.15:** Atención y Entendimiento en el tiempo para una estructura que para en intervalos de 30s durante 12s. Duración de la charla: 45 minutos. Fuente: Elaboración propia.



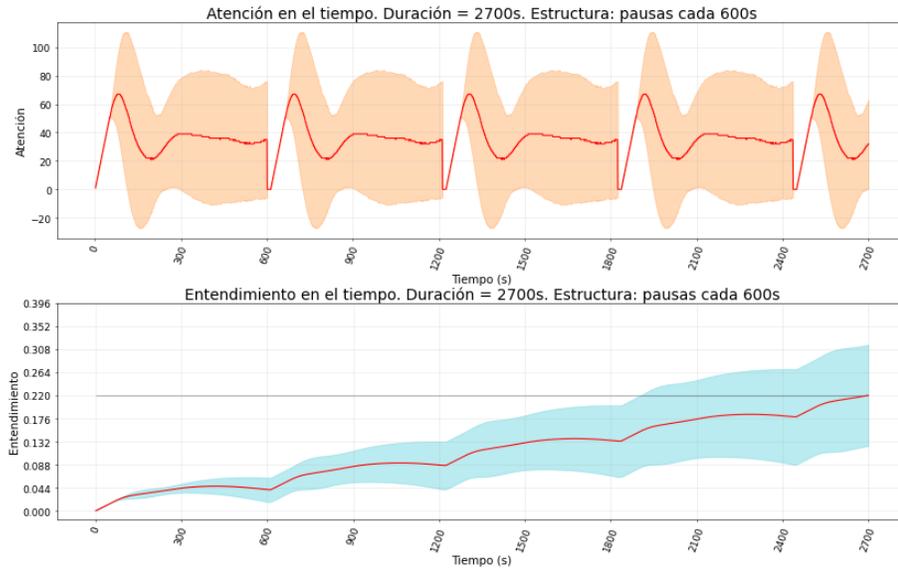
**Figura 4.2.16:** Atención y Entendimiento en el tiempo para una estructura que para en intervalos de 90s durante 12s. Duración de la charla: 45 minutos. Fuente: Elaboración propia.



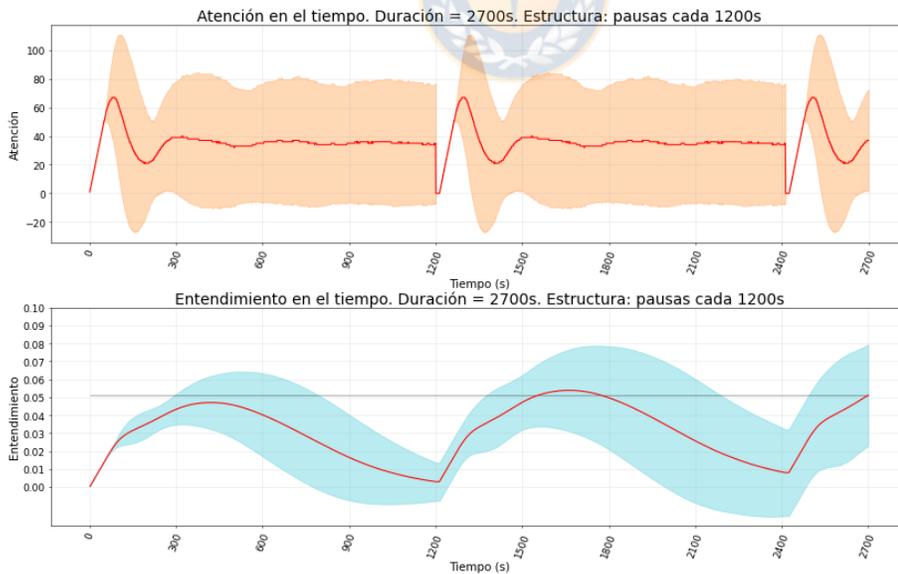
**Figura 4.2.17:** Atención y Entendimiento en el tiempo para una estructura que para en intervalos de 180s durante 12s. Duración de la charla: 45 minutos. Fuente: Elaboración propia.



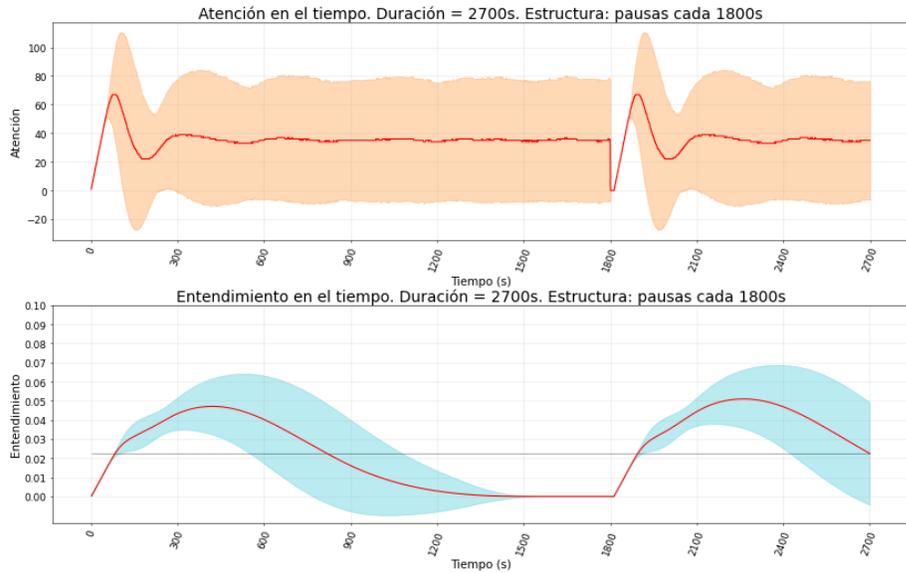
**Figura 4.2.18:** Atención y Entendimiento en el tiempo para una estructura que para en intervalos de 360s durante 12s. Duración de la charla: 45 minutos. Fuente: Elaboración propia.



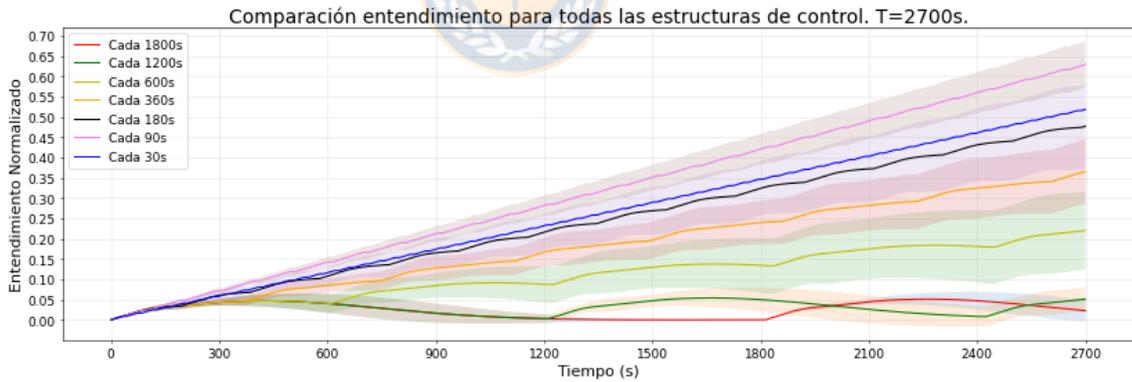
**Figura 4.2.19:** Atención y Entendimiento en el tiempo para una estructura que para en intervalos de 600s durante 12s. Duración de la charla: 45 minutos.  
Fuente: Elaboración propia.



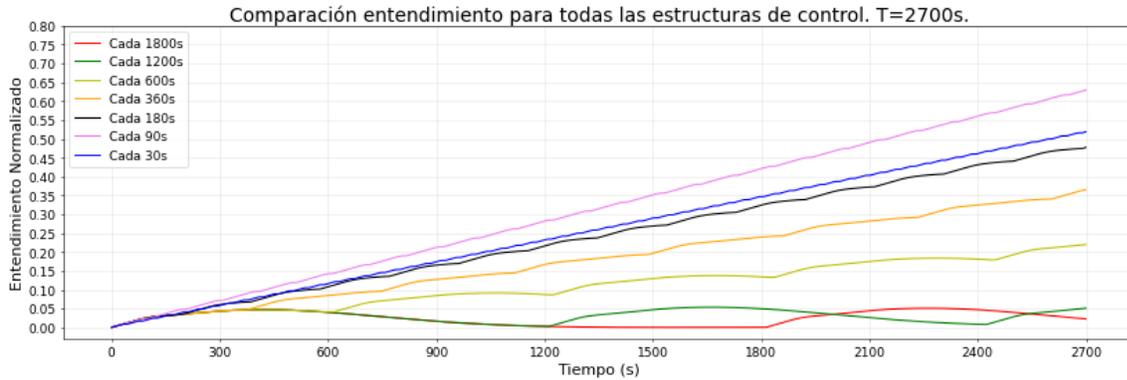
**Figura 4.2.20:** Atención y Entendimiento en el tiempo para una estructura que para en intervalos de 1200s durante 12s. Duración de la charla: 45 minutos.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.21:** Atención y Entendimiento en el tiempo para una estructura que para en intervalos de 1800s durante 12s. Duración de la charla: 45 minutos. Fuente: Elaboración propia.



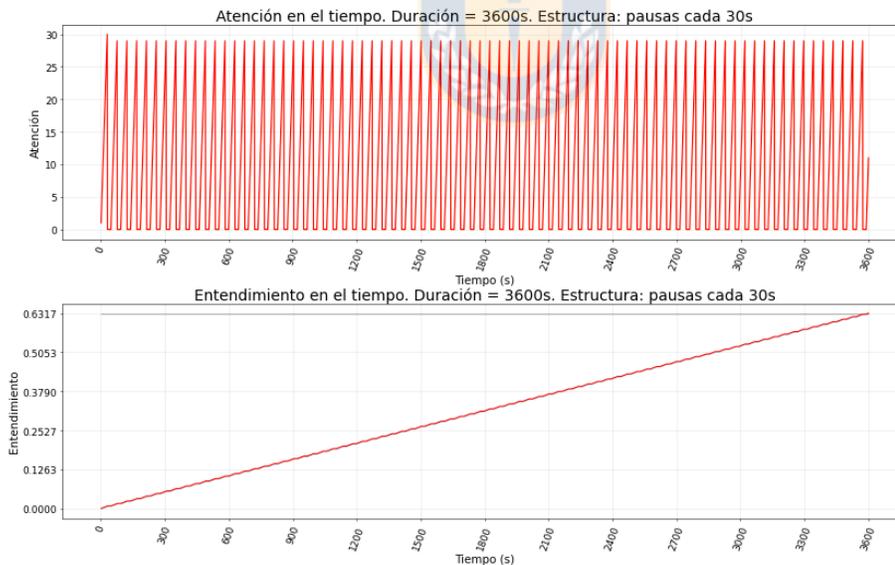
**Figura 4.2.22:** Comparación del entendimiento en el tiempo para todas las estructuras de control con duración de 45 minutos. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.23:** Comparación del entendimiento en el tiempo para todas las estructuras de control con duración de 45 minutos. No se incluyen las desviaciones estándar para mayor claridad.

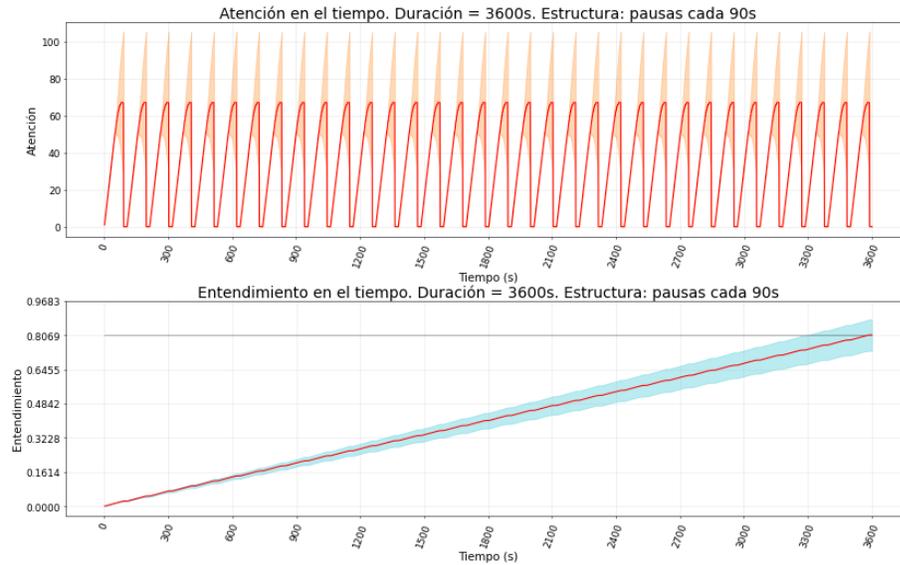
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.4.3. Pausas homogéneas para 3600s

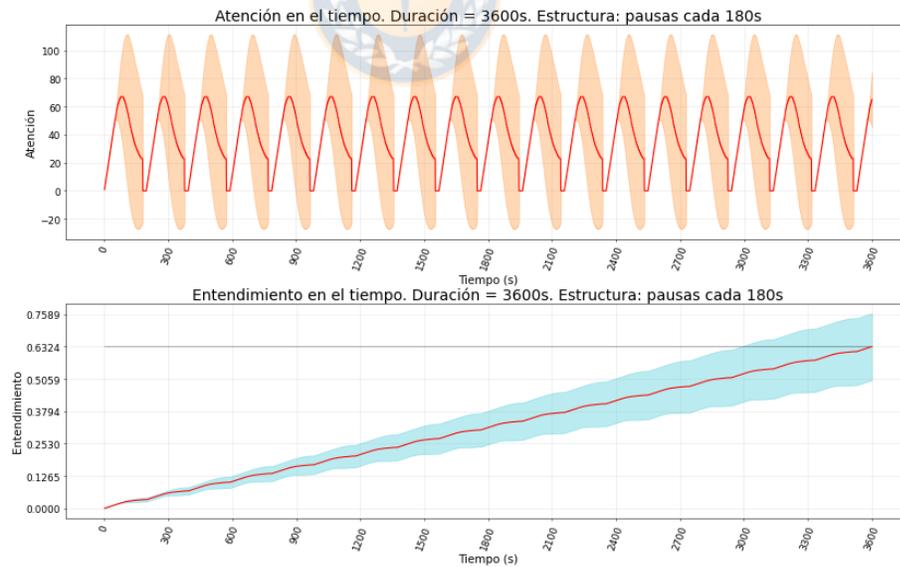


**Figura 4.2.24:** Atención y Entendimiento en el tiempo para una estructura que para en intervalos de 30s durante 16s. Duración de la charla: 1 hora.

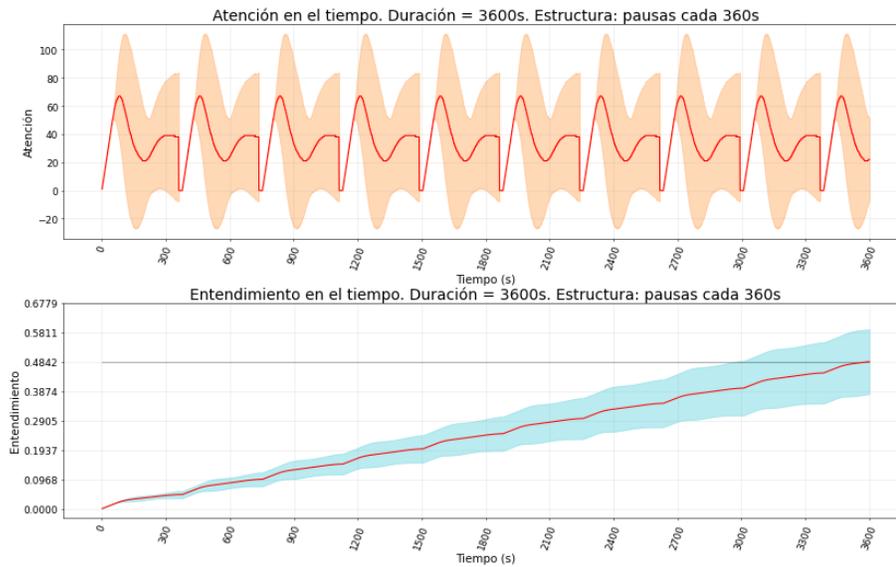
Fuente: Elaboración propia.



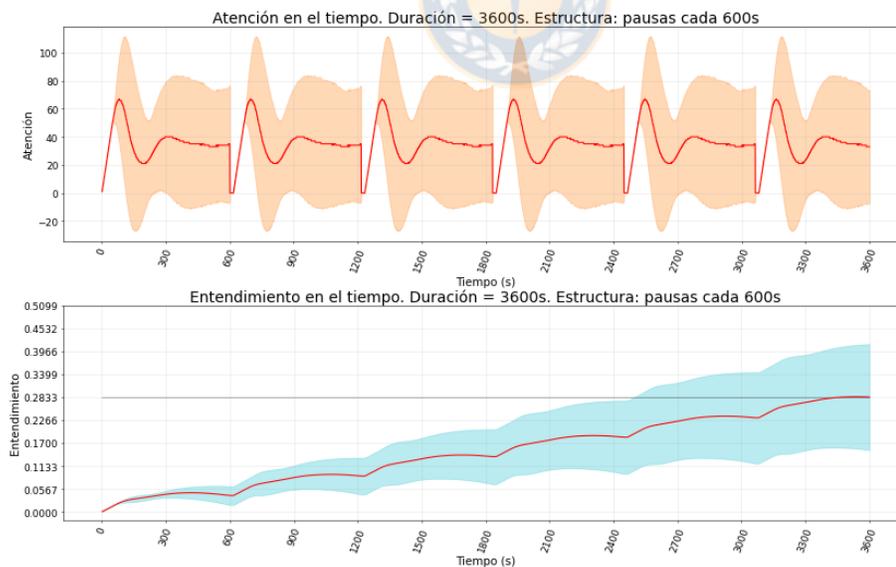
**Figura 4.2.25:** Atención y Entendimiento en el tiempo para una estructura que para en intervalos de 90s durante 16s. Duración de la charla: 1 hora.  
Fuente: Elaboración propia.



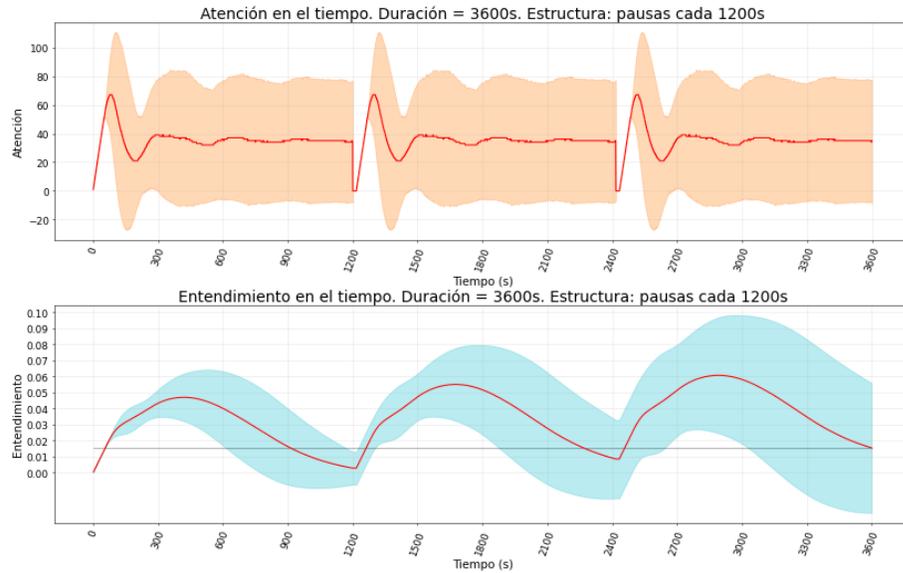
**Figura 4.2.26:** Atención y Entendimiento en el tiempo para una estructura que para en intervalos de 180s durante 16s. Duración de la charla: 1 hora.  
Fuente: Elaboración propia.



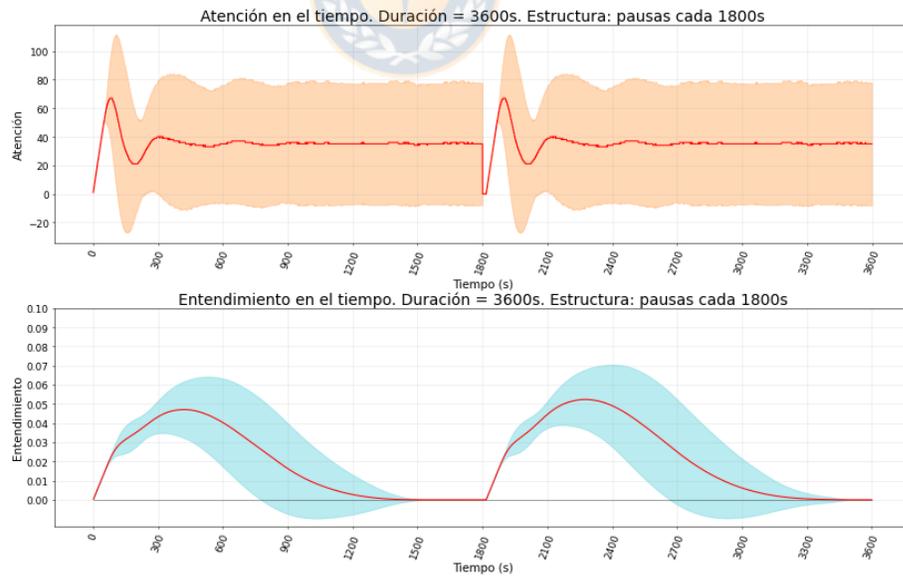
**Figura 4.2.27:** Atención y Entendimiento en el tiempo para una estructura que para en intervalos de 360s durante 16s. Duración de la charla: 1 hora.  
Fuente: Elaboración propia.



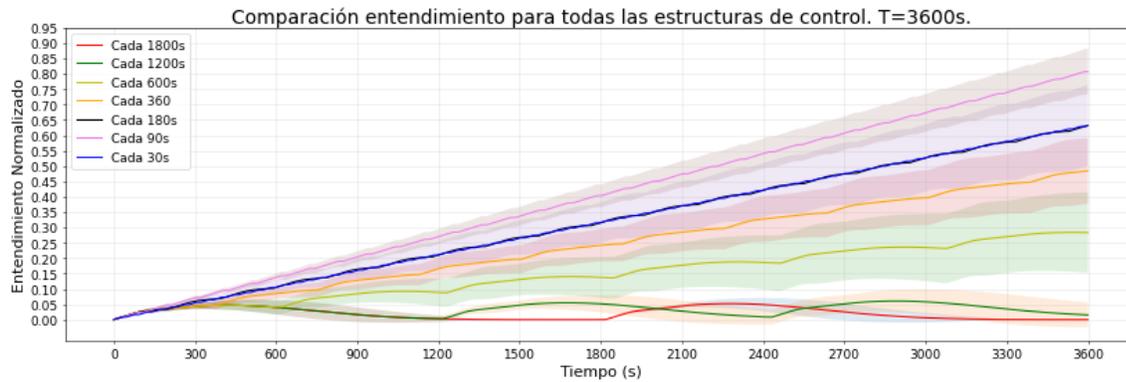
**Figura 4.2.28:** Atención y Entendimiento en el tiempo para una estructura que para en intervalos de 600s durante 16s. Duración de la charla: 1 hora.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.29:** Atención y Entendimiento en el tiempo para una estructura que para en intervalos de 1200s durante 16s. Duración de la charla: 1 hora.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.30:** Atención y Entendimiento en el tiempo para una estructura que para en intervalos de 1800s durante 16s. Duración de la charla: 1 hora.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.31:** Comparación del entendimiento en el tiempo para todas las estructuras de control con duración de 1 hora.

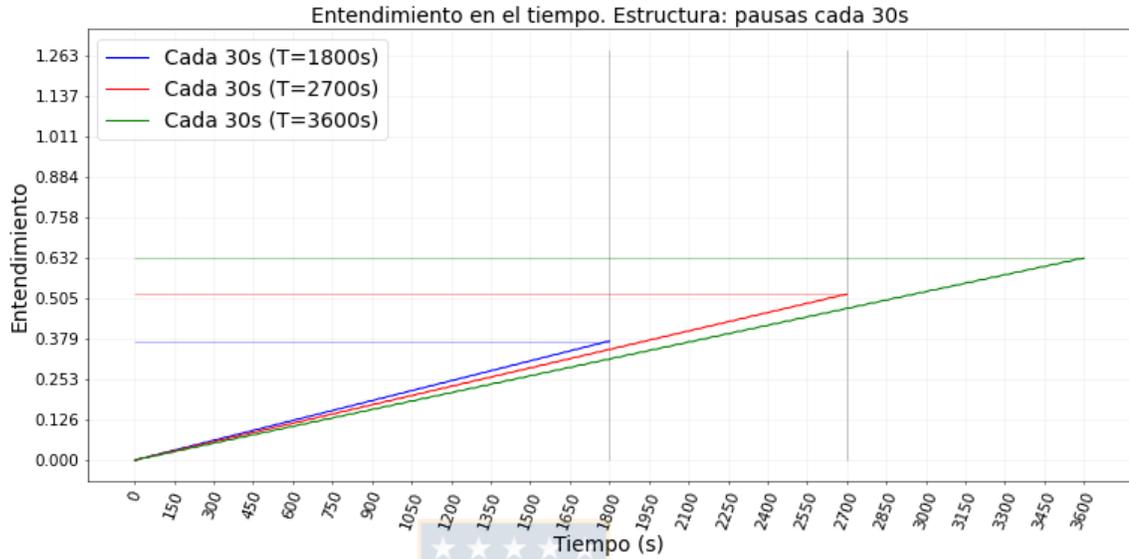
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.32:** Comparación del entendimiento en el tiempo para todas las estructuras de control con duración de 1 hora. No se incluyen las desviaciones estándar para mayor claridad.

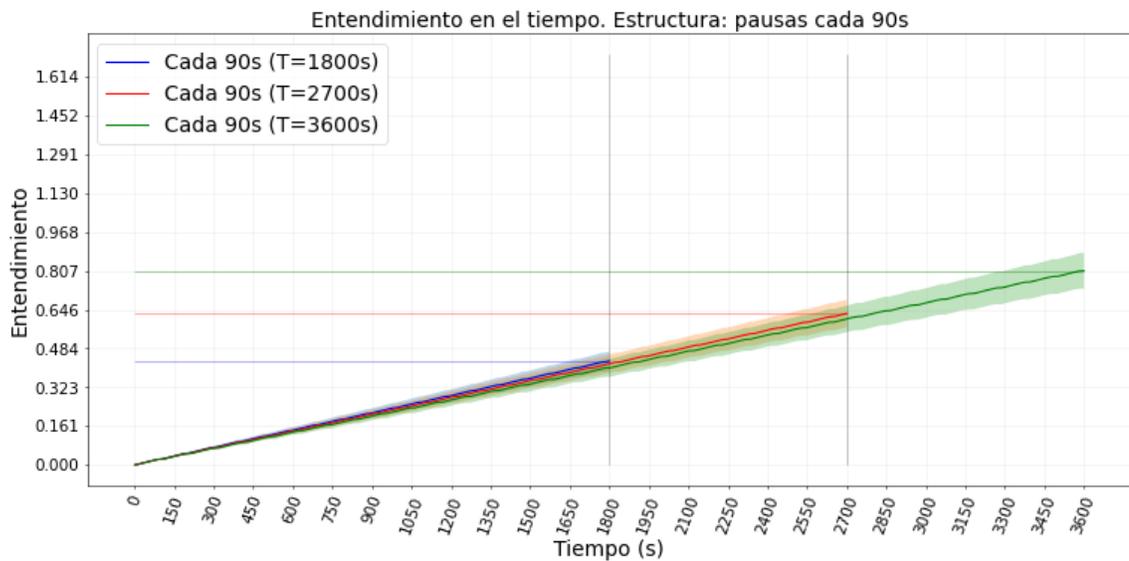
Fuente: Elaboración propia.

## 4.2.4.4. Análisis sobre todos los tiempos



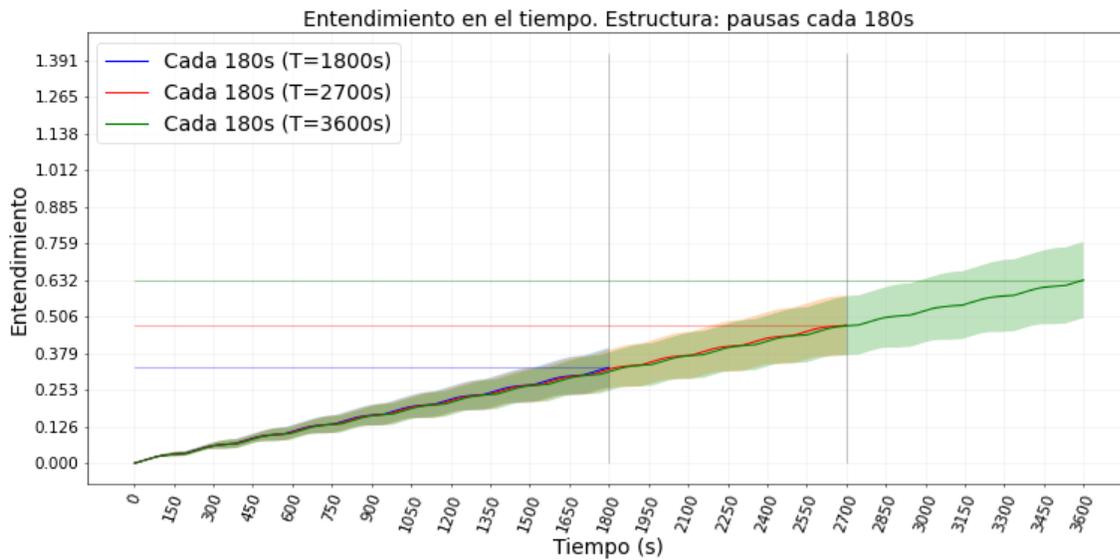
**Figura 4.2.33:** Comparación del entendimiento en el tiempo para intervalos de pausa de 30s en todos los tres tiempos.

Fuente: Elaboración propia.

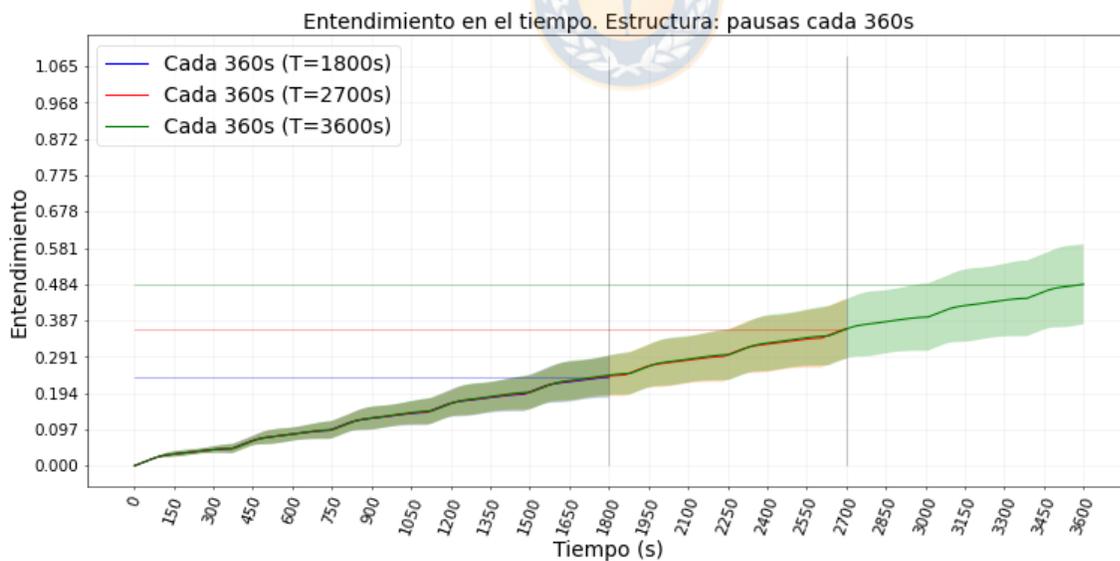


**Figura 4.2.34:** Comparación del entendimiento en el tiempo para intervalos de pausa de 90s en todos los tres tiempos.

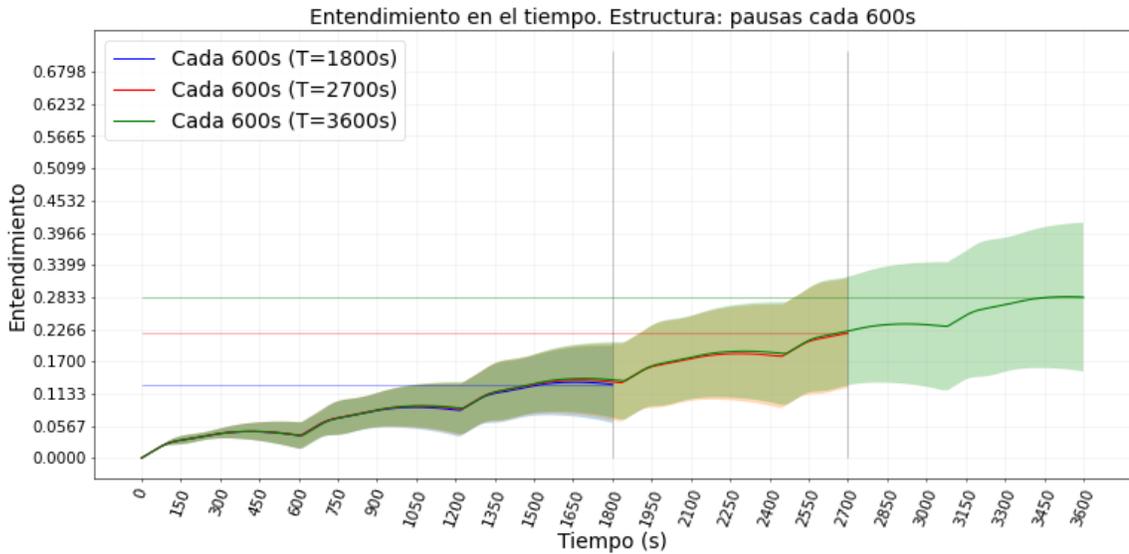
Fuente: Elaboración propia.



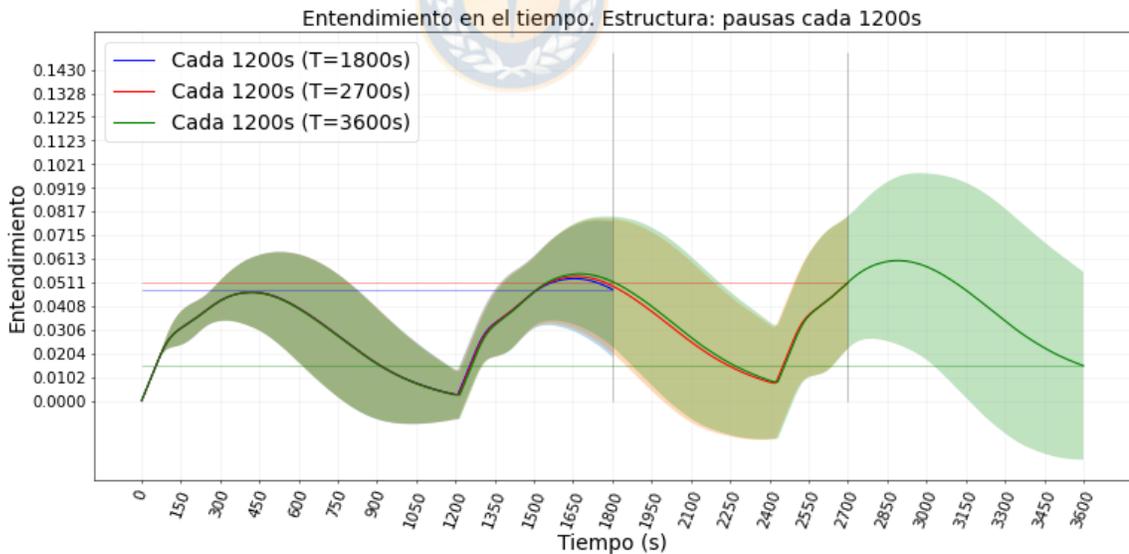
**Figura 4.2.35:** Comparación del entendimiento en el tiempo para intervalos de pausa de 180s en todos los tres tiempos.  
Fuente: Elaboración propia.



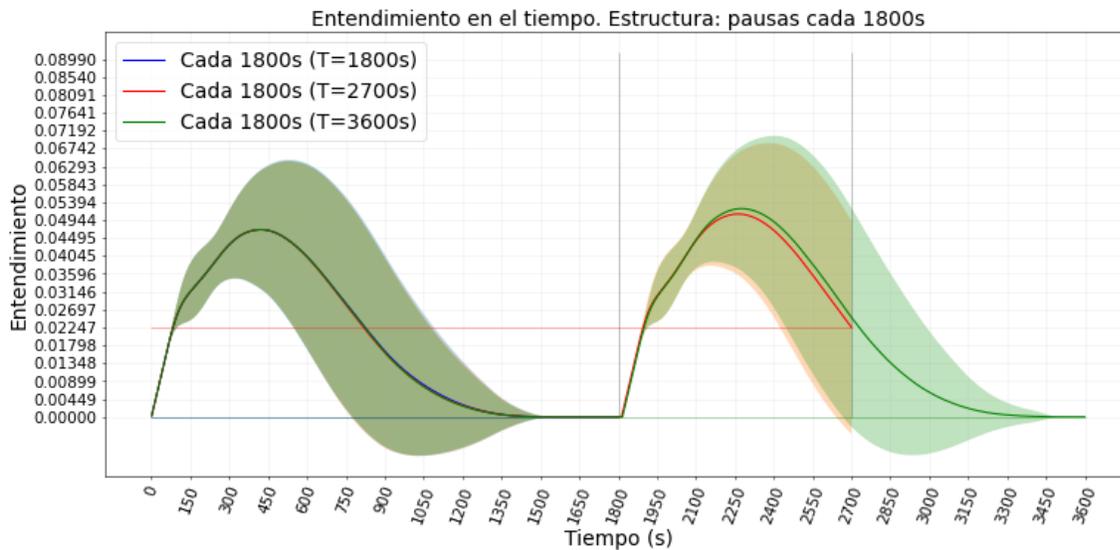
**Figura 4.2.36:** Comparación del entendimiento en el tiempo para intervalos de pausa de 360s en todos los tres tiempos.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.37:** Comparación del entendimiento en el tiempo para intervalos de pausa de 600s en todos los tres tiempos.  
Fuente: Elaboración propia.

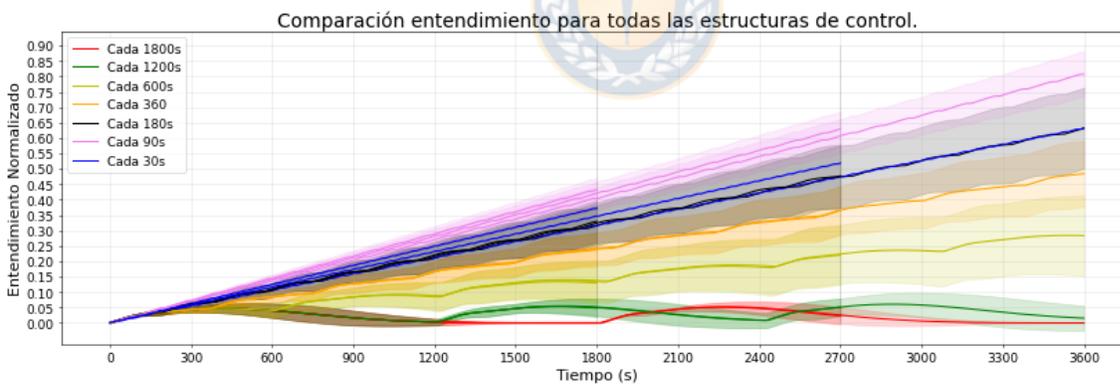


**Figura 4.2.38:** Comparación del entendimiento en el tiempo para intervalos de pausa de 1200s en todos los tres tiempos.  
Fuente: Elaboración propia.



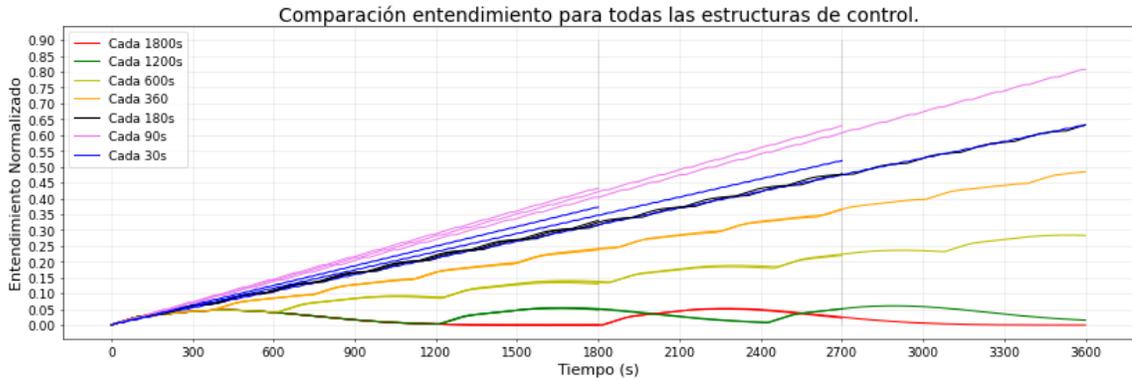
**Figura 4.2.39:** Comparación del entendimiento en el tiempo para intervalos de pausa de 1800s en todos los tres tiempos.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.40:** Comparación del entendimiento en el tiempo para todas las estructuras de control.

Fuente: Elaboración propia.

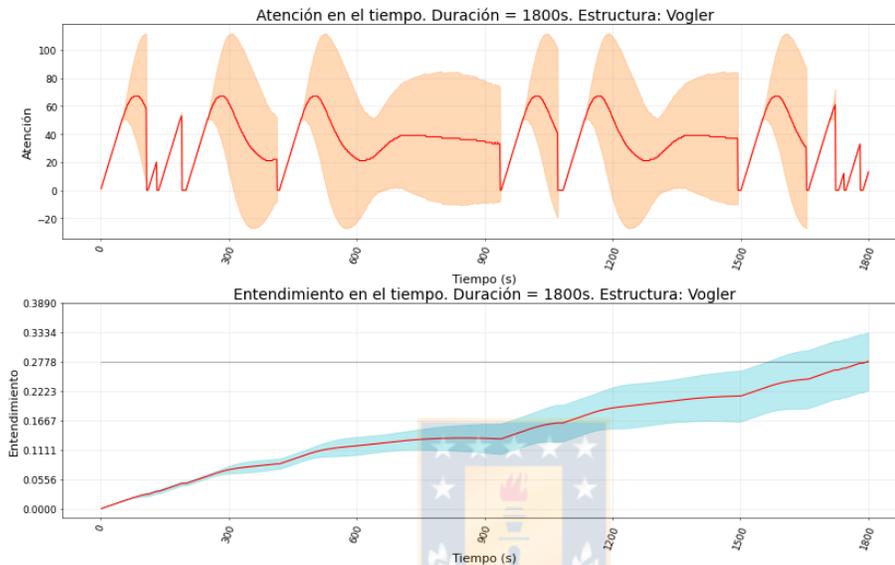


**Figura 4.2.41:** Comparación del entendimiento en el tiempo para todos las estructuras de control. Se han sacado las desviaciones estándar para mayor claridad. Fuente: Elaboración propia.

Debido a que éstas estructuras tienen pausas homogéneas, lo único que varía será la duración de estas (9s, 12s, 16s). Debido a la forma homogénea de sus curvas de entendimiento, la duración de la charla simplemente afectará cuándo se corta la curva logrando que charlas con más pausas tengan peores resultados en charlas más cortas por el simple hecho de que paran antes. Por otro lado las duraciones de las pausas afectarán muy levemente a la desviación estándar del entendimiento al permitir mayor o menor tasa de pérdida, así las que tengan pausas más cortas tendrán mayor desviación estándar y entendimientos finales menores, también se puede ver un corrimiento hacia la izquierda que aumenta a medida que hay más pausas. Como era de esperar en todos los casos las estructuras con pocas pausas (cada 1800s y cada 1200s) tienen mal rendimiento, esto ocurre debido a que al haber pocas pausas el efecto de la tasa de pérdida toma gran relevancia en los resultados de entendimiento. Esta relevancia comienza a reducirse a medida que hay más pausas llegando al extremo en el caso cada 30s, en este caso nunca ocurre un tiempo crítico y por lo tanto nunca hay tasa de pérdida o desviación estándar.

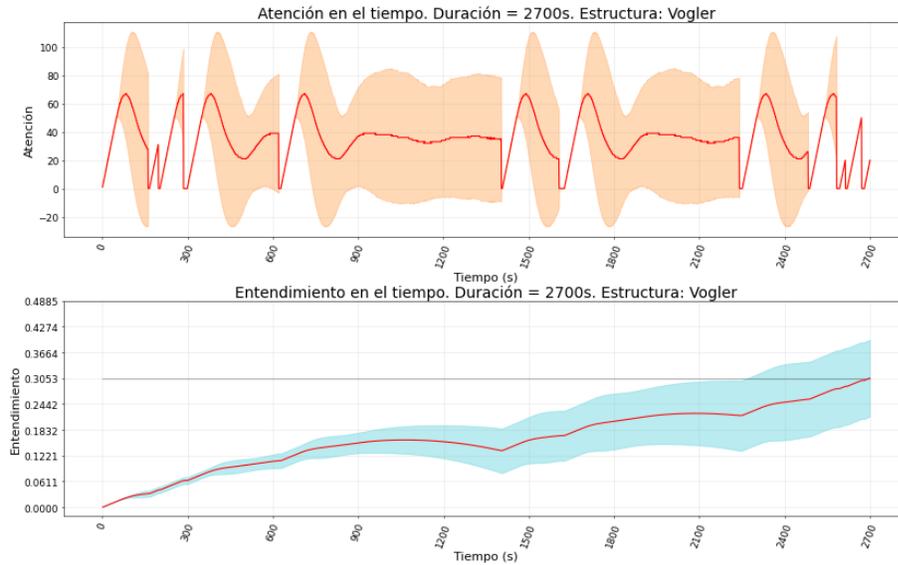
## 4.2.5. Resultados estructura de las historias

### 4.2.5.1. Christopher Vogler

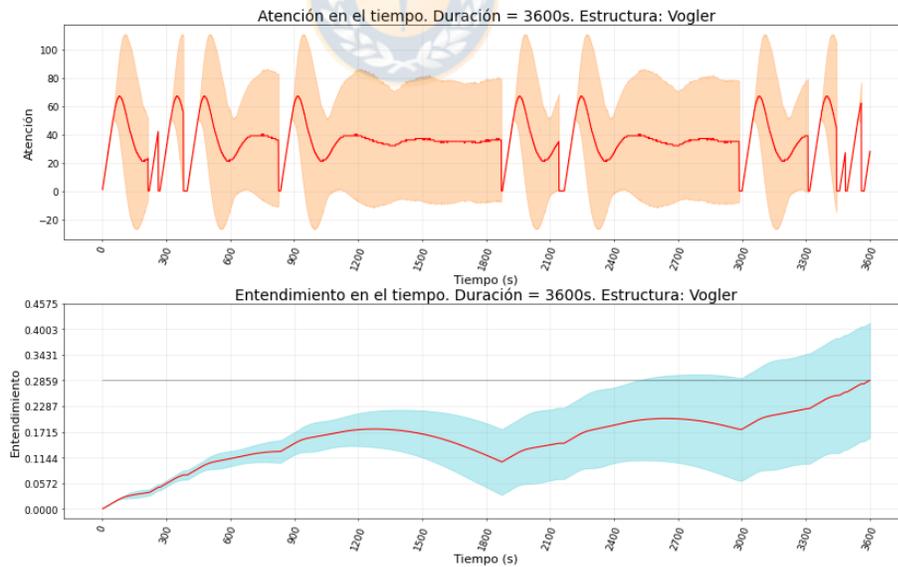


**Figura 4.2.42:** Gráficos de atención promedio y entendimiento promedio para la estructura de Christopher Vogler con duración de 30 minutos.

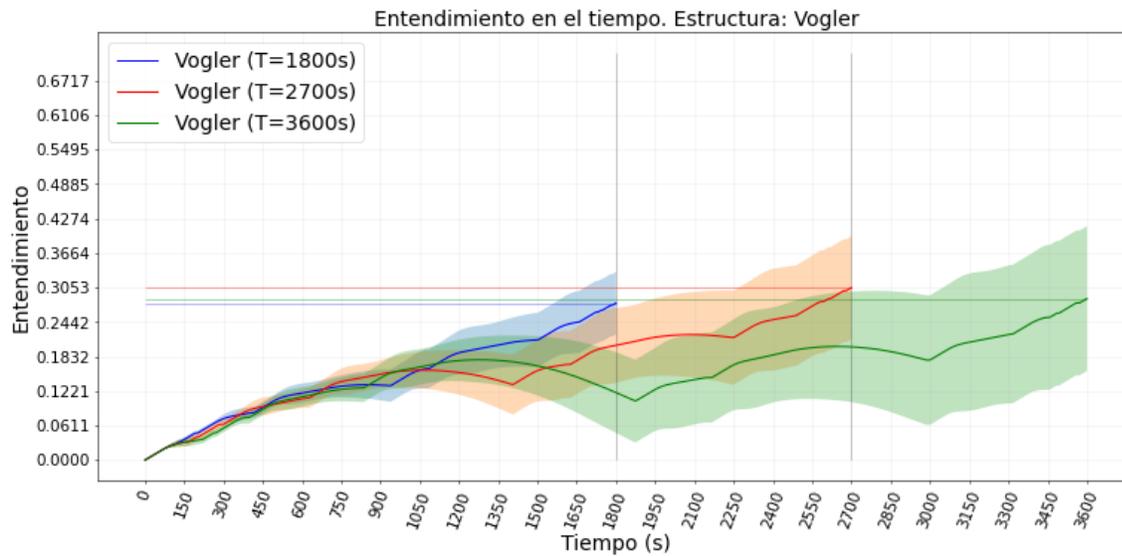
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.43:** Gráficos de atención promedio y entendimiento promedio para la estructura de Christopher Vogler con duración de 45 minutos.  
Fuente: Elaboración propia.



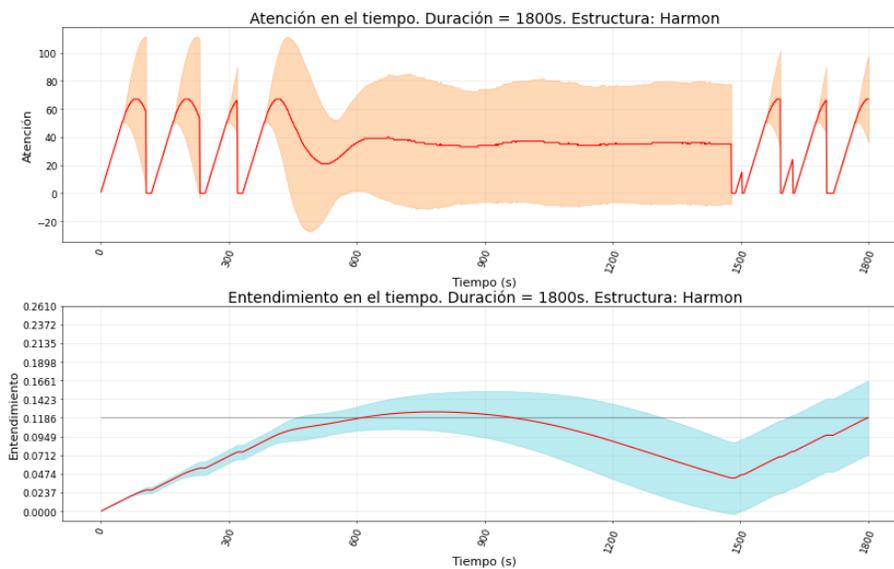
**Figura 4.2.44:** Gráficos de atención promedio y entendimiento promedio para la estructura de Christopher Vogler con duración de 1 hora.  
Fuente: Elaboración propia.



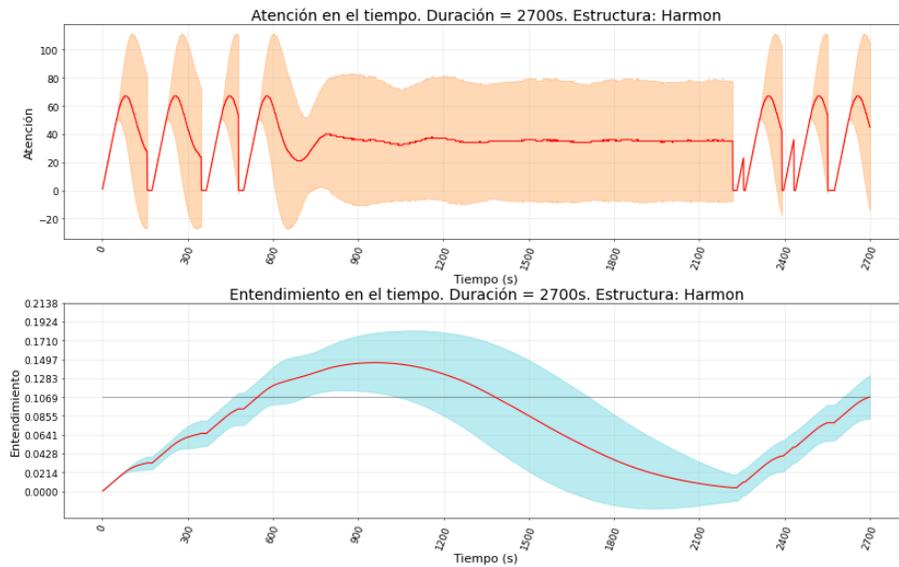
**Figura 4.2.45:** Gráfico de entendimiento promedio comparado en las tres duraciones para la estructura del Christopher Vogler.  
Fuente: Elaboración propia.



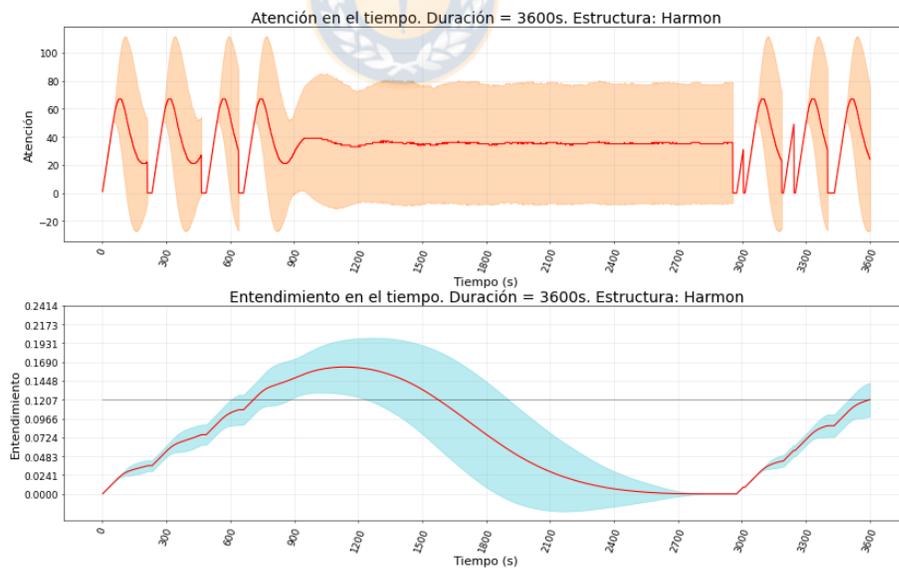
#### 4.2.5.2. Dan Harmon



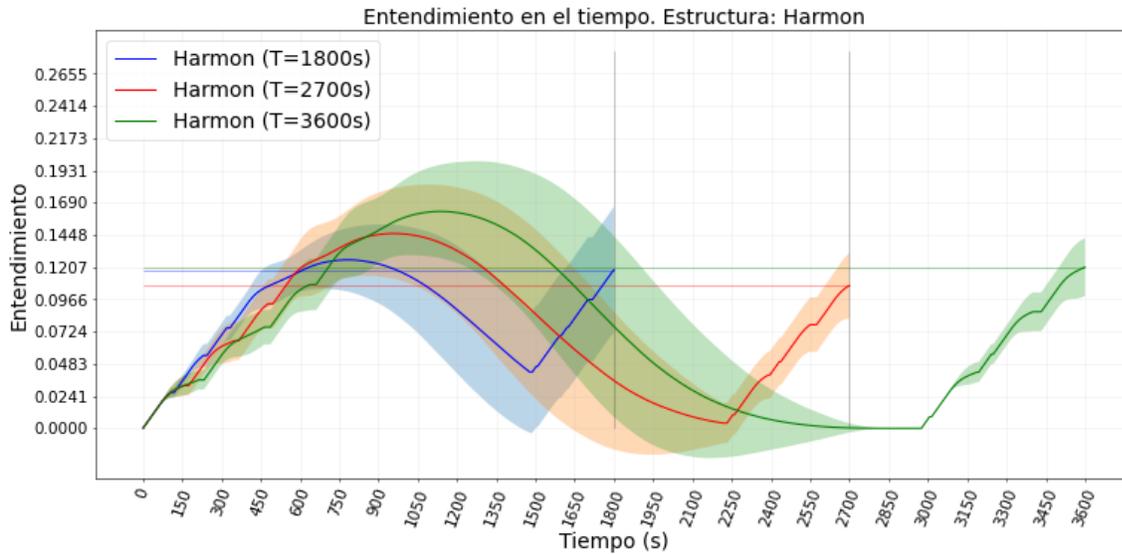
**Figura 4.2.46:** Gráficos de atención promedio y entendimiento promedio para la estructura de Dan Harmon con duración de 30 minutos.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.47:** Gráficos de atención promedio y entendimiento promedio para la estructura de Dan Harmon con duración de 45 minutos.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.48:** Gráficos de atención promedio y entendimiento promedio para la estructura de Dan Harmon con duración de 1 hora.  
Fuente: Elaboración propia.

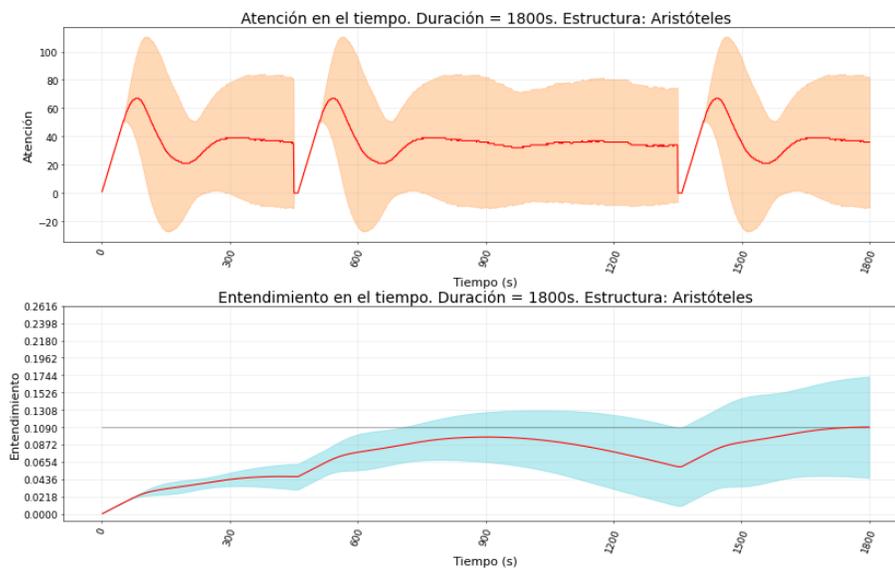


**Figura 4.2.49:** Gráfico de entendimiento promedio comparado en las tres duraciones para la estructura del Dan Harmon.

Fuente: Elaboración propia.

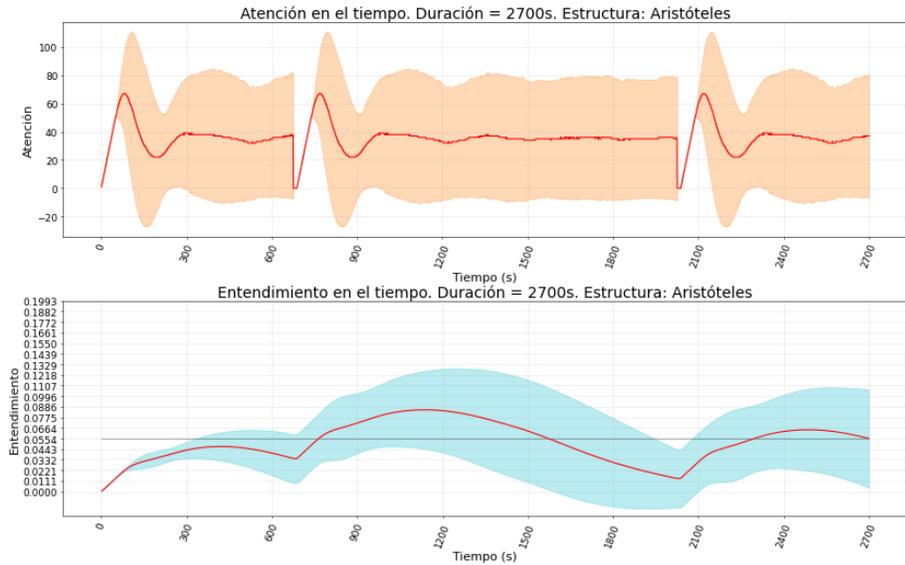


#### 4.2.5.3. Aristóteles

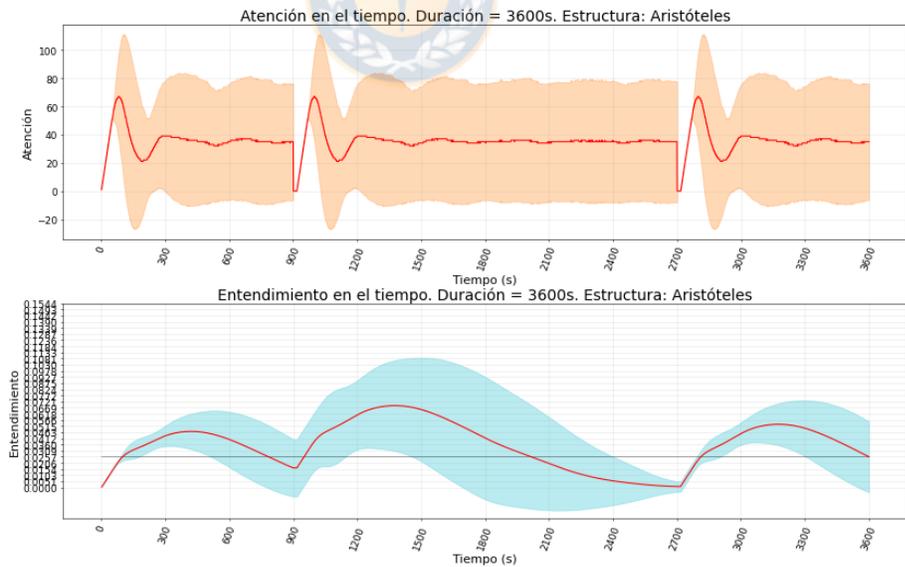


**Figura 4.2.50:** Gráficos de atención promedio y entendimiento promedio para la estructura de Aristóteles con duración de 30 minutos.

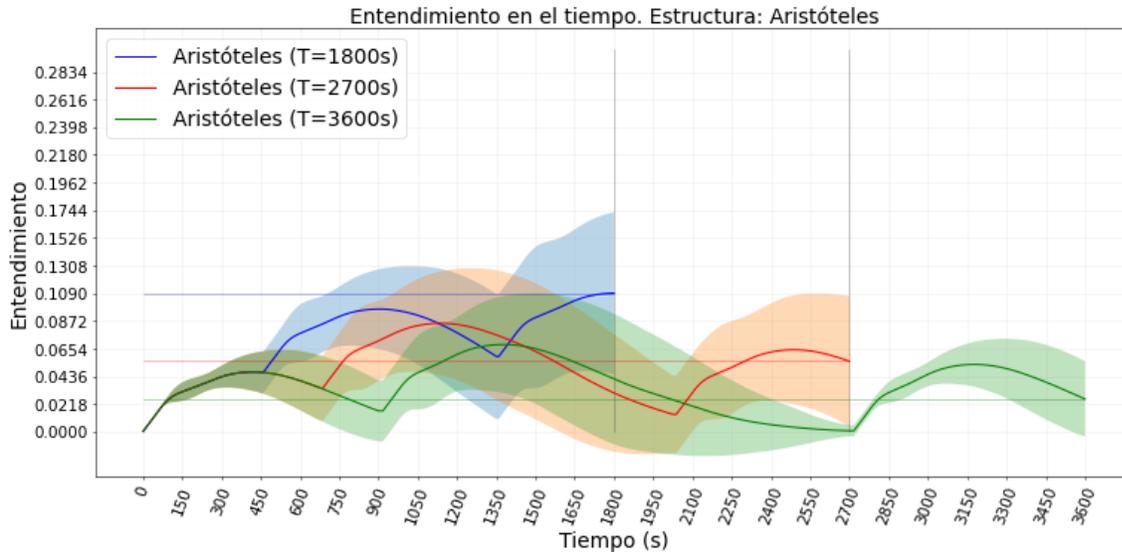
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.51:** Gráficos de atención promedio y entendimiento promedio para la estructura de Aristóteles con duración de 45 minutos.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.52:** Gráficos de atención promedio y entendimiento promedio para la estructura de Aristóteles con duración de 1 hora.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.53:** Gráfico de entendimiento promedio comparado en las tres duraciones para la estructura del Aristóteles.

Fuente: Elaboración propia.

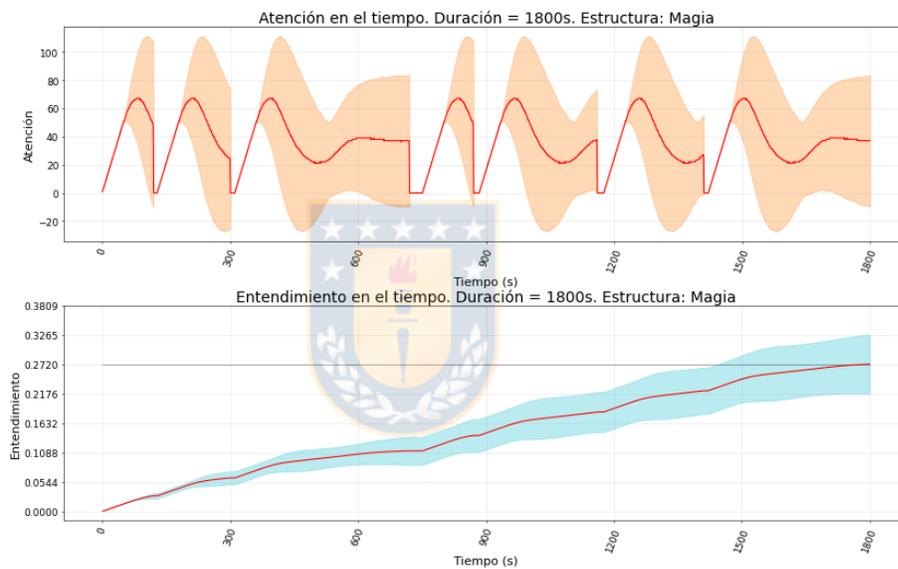


#### 4.2.6. Análisis sobre las historias

Las tres estructuras de las historias presentadas en este estudio obtienen resultados bastante distintos, pero dentro de lo esperable. Considerando lo mencionado en (2.7) y los resultados de las estructuras de control, en particular el resultado presentado en la figura (4.2.33), se esperaba que los resultados de la estructura de Aristóteles (4.2.53) estuvieran por debajo de los resultados de las estructuras de Vogler y Harmon. Esto hace sentido cuando se considera que estas dos últimas estructuras son profundizaciones de la de Aristóteles. Si bien, el modelo a priori pareciera beneficiar a aquellas estructuras con mayor cantidad de pausas, este beneficio tiene un límite dado por la ubicación y duración de las pausas, ya que si las pausas no son óptimas para el modelo, el entendimiento se ve negativamente afectado. Así podemos notar que si bien las estructuras de Harmon y Vogler tienen mejores resultados que la de Aristóteles, la ubicación y duración de las pausas de Harmon entrega un resultado muy inferior a la estructura de Vogler, como se puede ver en las figuras (4.2.49) y (4.2.45) respectivamente.

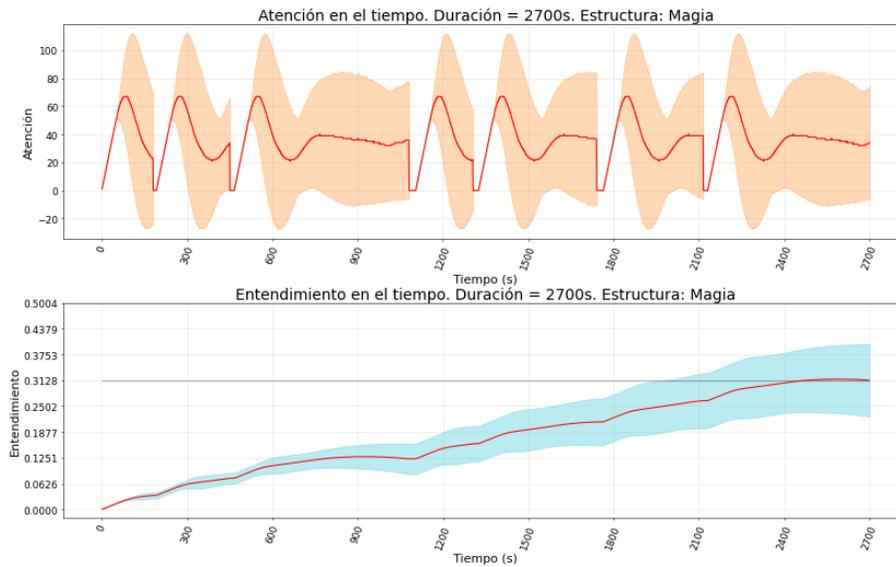
Es importante destacar que la duración de la charla juega un rol bastante importante para Aristóteles, logrando que dicha estructura mejore considerablemente, sin embargo la duración afecta de manera especial a las estructuras de Harmon y Vogler. Esto nos dice que estas estructuras más elaboradas son robustas, entregando resultados similares independientemente de la duración de la charla.

#### 4.2.7. Resultados estructura de la magia

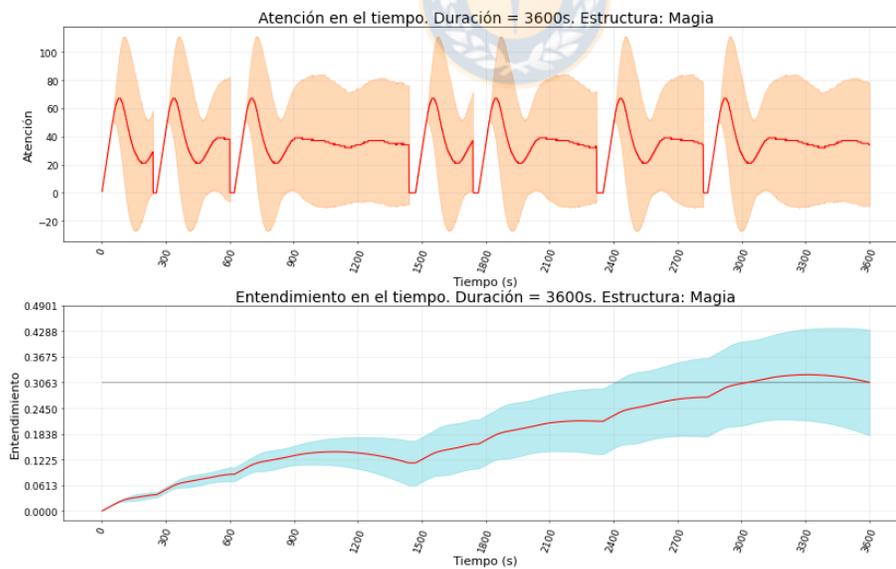


**Figura 4.2.54:** Gráficos de atención promedio y entendimiento promedio para la estructura de la Magia con duración de 30 minutos.

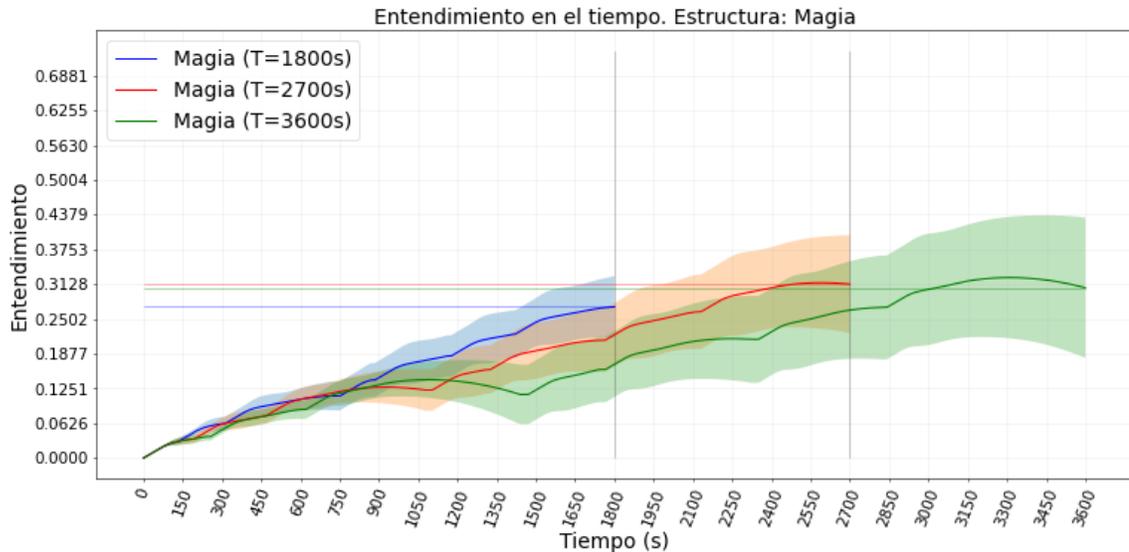
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.55:** Gráficos de atención promedio y entendimiento promedio para la estructura de la Magia con duración de 45 minutos.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.56:** Gráficos de atención promedio y entendimiento promedio para la estructura de Magia con duración de 1 hora.  
Fuente: Elaboración propia.

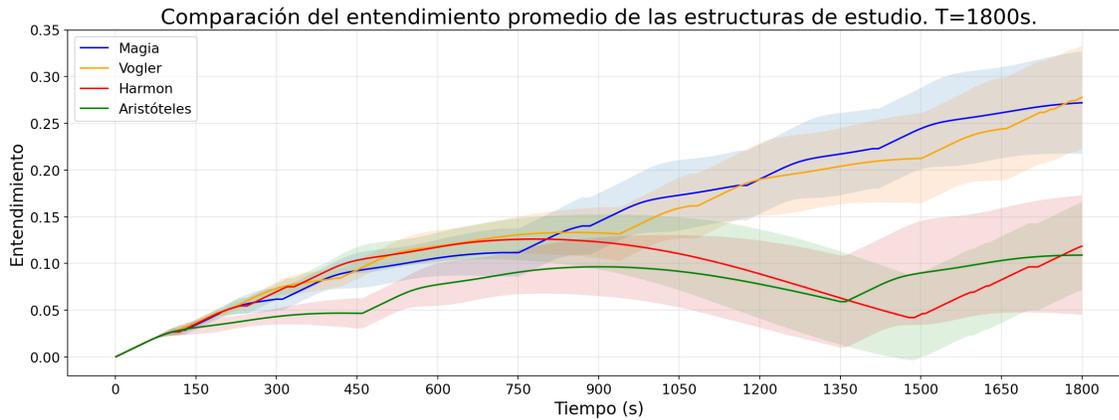


**Figura 4.2.57:** Gráfico de entendimiento promedio comparado en las tres duraciones para la estructura del Magia. Fuente: Elaboración propia.



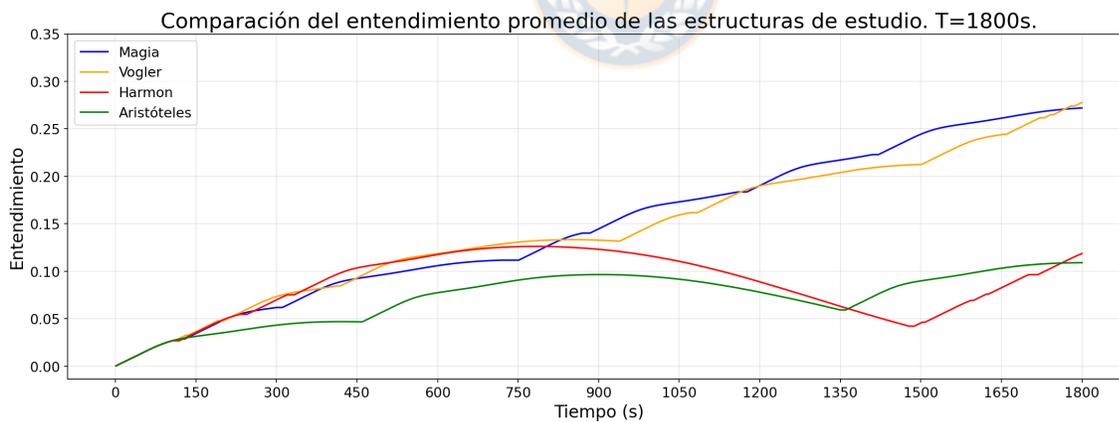
La estructura del ilusionismo tiene un comportamiento principalmente ascendente en sus tres casos, siendo más notorio en las charlas de 30 y 45 minutos (figuras (4.2.55) y (4.2.56) respectivamente). Debido a la poca cantidad de pausas la desviación estándar aumenta mientras más tiempo transcurre, sin embargo al tener pausas de duración mayor, la tasa de pérdida afecta principalmente a sus dos intervalos mayores, i.e., entre la segunda y tercera pausa y antes del final. En los dos casos de mayor duración el entendimiento promedio final está levemente por sobre 0.3, y para el caso de 1800s el entendimiento promedio llega a 2.7. (figura (4.2.54)) Así la arquitectura de la magia entrega resultados relativamente parecidos para las duraciones estudiadas, ver figura (4.2.57). Ésta estructura sin embargo rara vez consigue los picks de atención promedio, las pausas normalmente caen en el transiente o en los momentos de bajada de atención promedio. Esto afecta de forma negativa la efectividad de la estructura como se puede ver en las figuras (4.2.54), (4.2.55) y (4.2.56) respectivamente.

### 4.2.8. Comparando Resultados



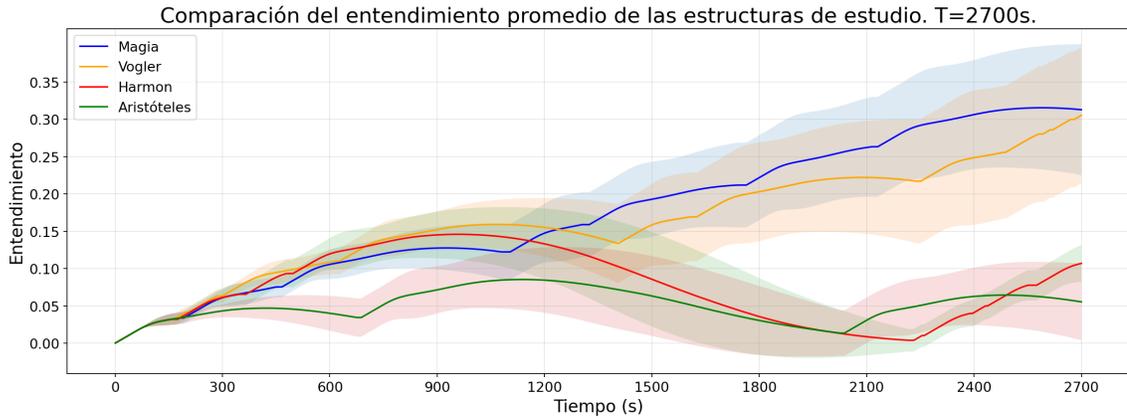
**Figura 4.2.58:** Gráfico que compara el promedio de los entendimientos de las cuatro estructuras de estudio: Magia, Vogler, Harmon y Aristóteles. Comparación realizada para charlas de 30 minutos de duración.

Fuente: Elaboración propia.



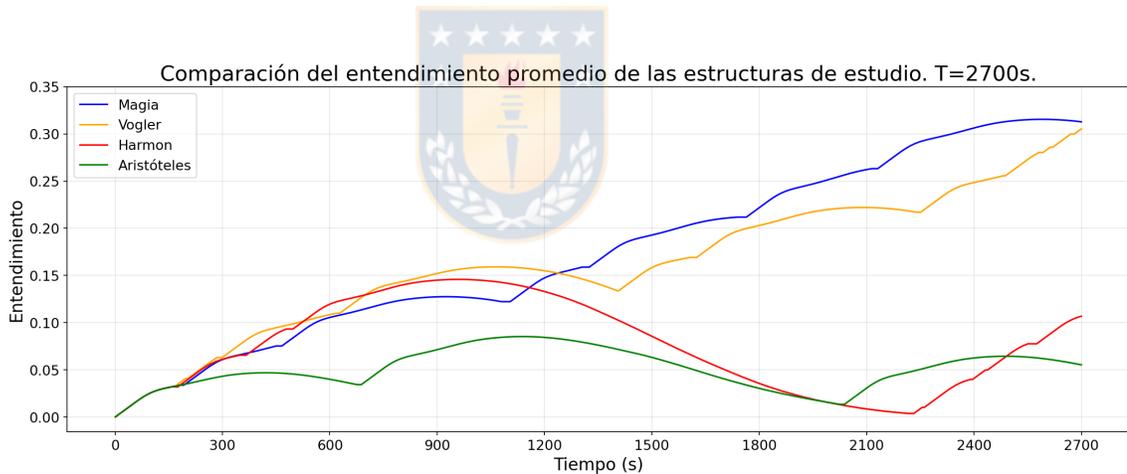
**Figura 4.2.59:** Gráfico que compara el promedio de los entendimientos de las cuatro estructuras de estudio: Magia, Vogler, Harmon y Aristóteles. En este caso no se muestra la desviación estándar para mayor claridad. Comparación realizada para charlas de 30 minutos de duración.

Fuente: Elaboración propia.



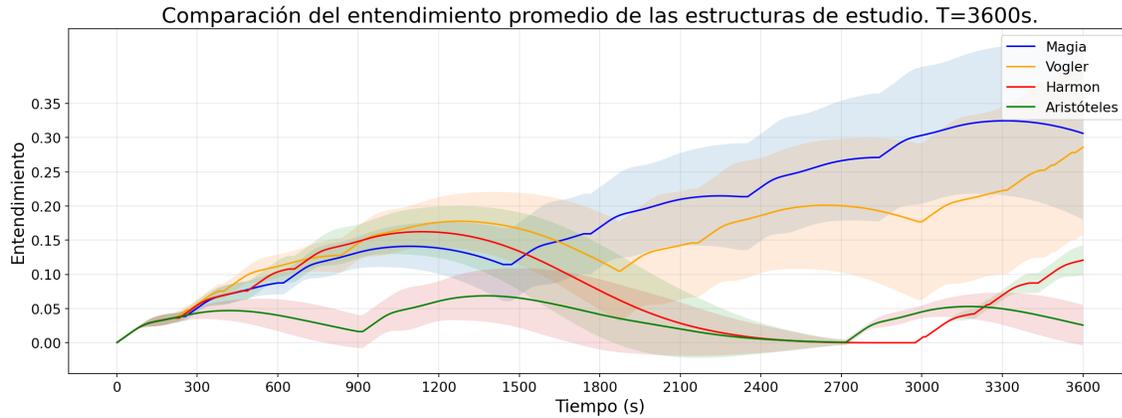
**Figura 4.2.60:** Gráfico que compara el promedio de los entendimientos de las cuatro estructuras de estudio: Magia, Vogler, Harmon y Aristóteles. Comparación realizada para charlas de 45 minutos de duración.

Fuente: Elaboración propia.



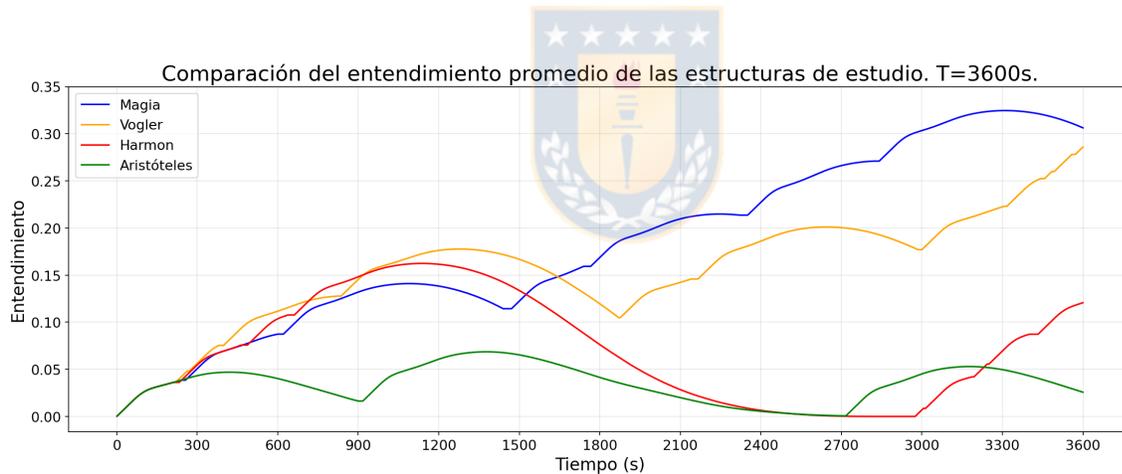
**Figura 4.2.61:** Gráfico que compara el promedio de los entendimientos de las cuatro estructuras de estudio: Magia, Vogler, Harmon y Aristóteles. En este caso no se muestra la desviación estándar para mayor claridad. Comparación realizada para charlas de 45 minutos de duración.

Fuente: Elaboración propia.



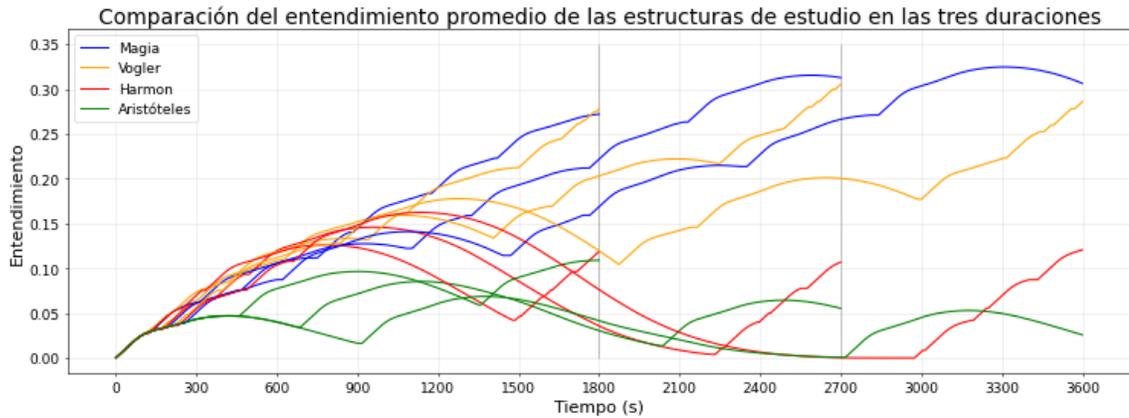
**Figura 4.2.62:** Gráfico que compara el promedio de los entendimientos de las cuatro estructuras de estudio: Magia, Vogler, Harmon y Aristóteles. Comparación realizada para charlas de 1 hora de duración.

Fuente: Elaboración propia.



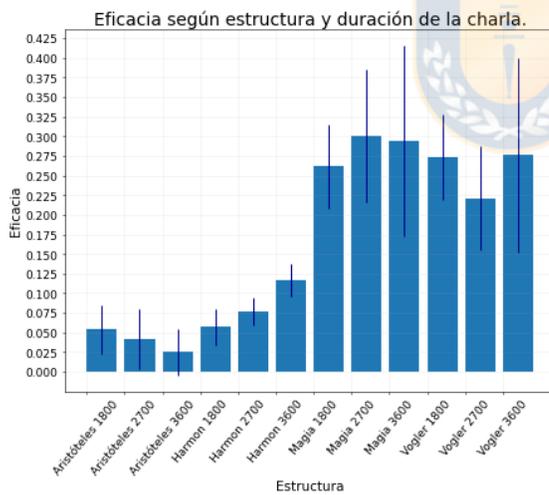
**Figura 4.2.63:** Gráfico que compara el promedio de los entendimientos de las cuatro estructuras de estudio: Magia, Vogler, Harmon y Aristóteles. En este caso no se muestra la desviación estándar para mayor claridad. Comparación realizada para charlas de 1 hora de duración.

Fuente: Elaboración propia.



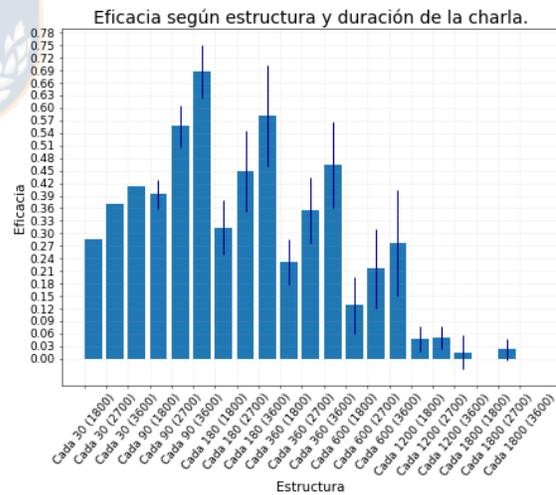
**Figura 4.2.64:** Gráfico que compara el promedio de los entendimientos de las cuatro estructuras de estudio: Magia, Vogler, Harmon y Aristóteles. En este caso no se muestra la desviación estándar para mayor claridad. Comparación realizada para las tres duraciones.

Fuente: Elaboración propia.



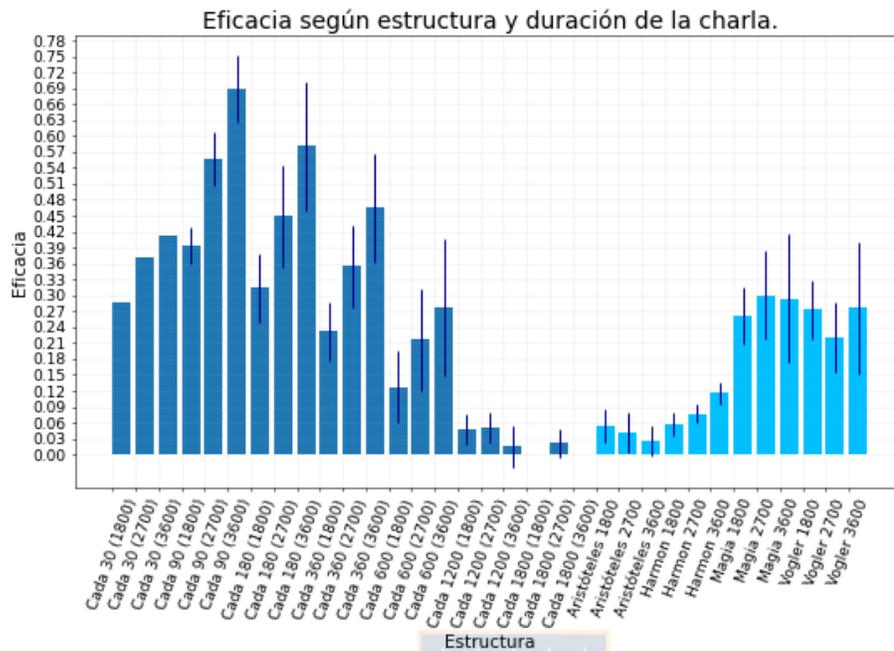
**Figura 4.2.65:** Gráfico de barras que compara la eficacia de las cuatro estructuras de estudio: Magia, Vogler, Harmon y Aristóteles. Comparación realizada para las tres duraciones.

Fuente: Elaboración propia.

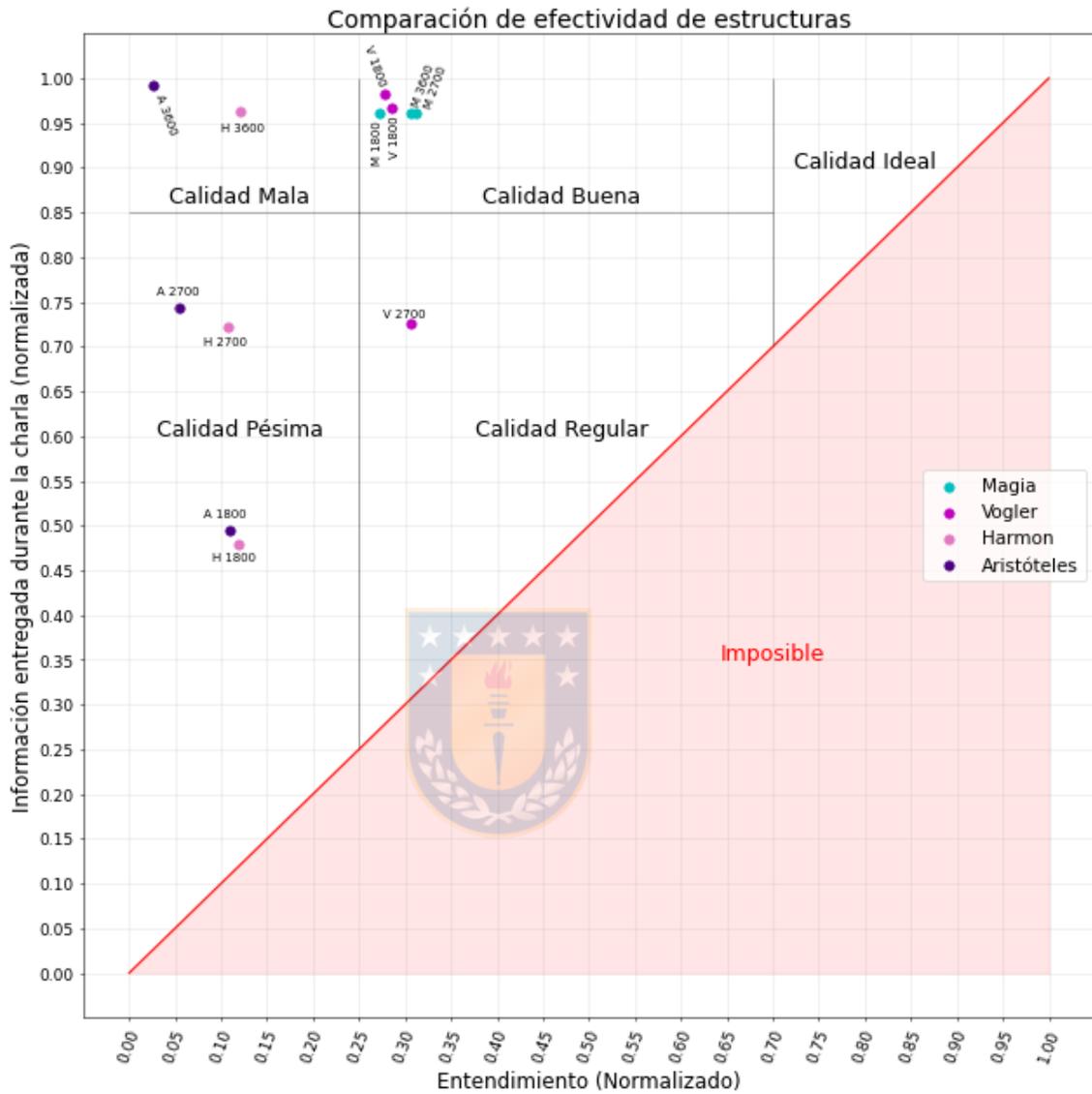


**Figura 4.2.66:** Gráfico de barras que compara la eficacia de las siete estructuras de control. Comparación realizada para las tres duraciones.

Fuente: Elaboración propia.

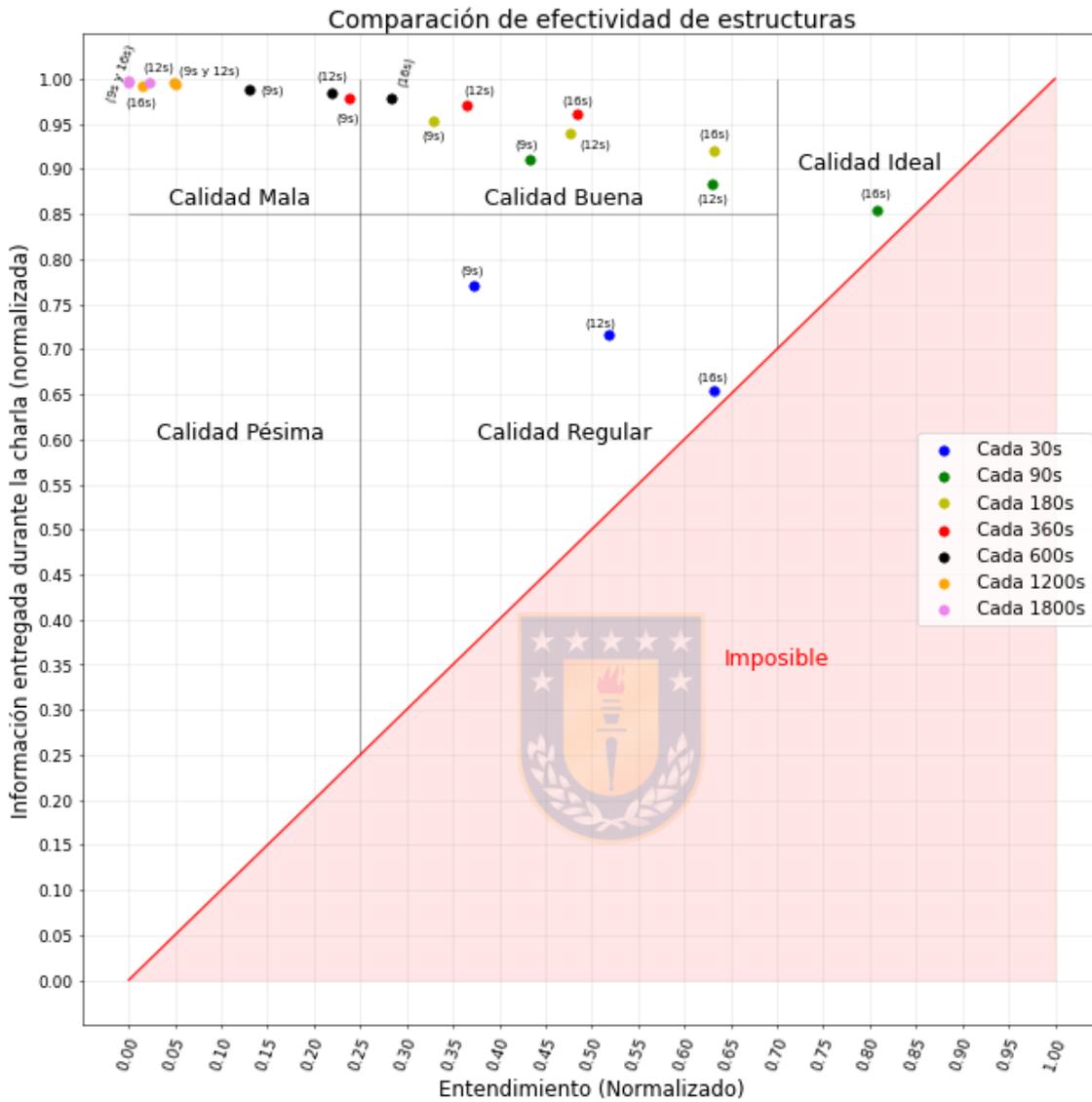


**Figura 4.2.67:** Gráfico de barras que compara la eficacia de todas las estructuras de control y estudio. Comparación realizada para las tres duraciones.  
Fuente: Elaboración propia.



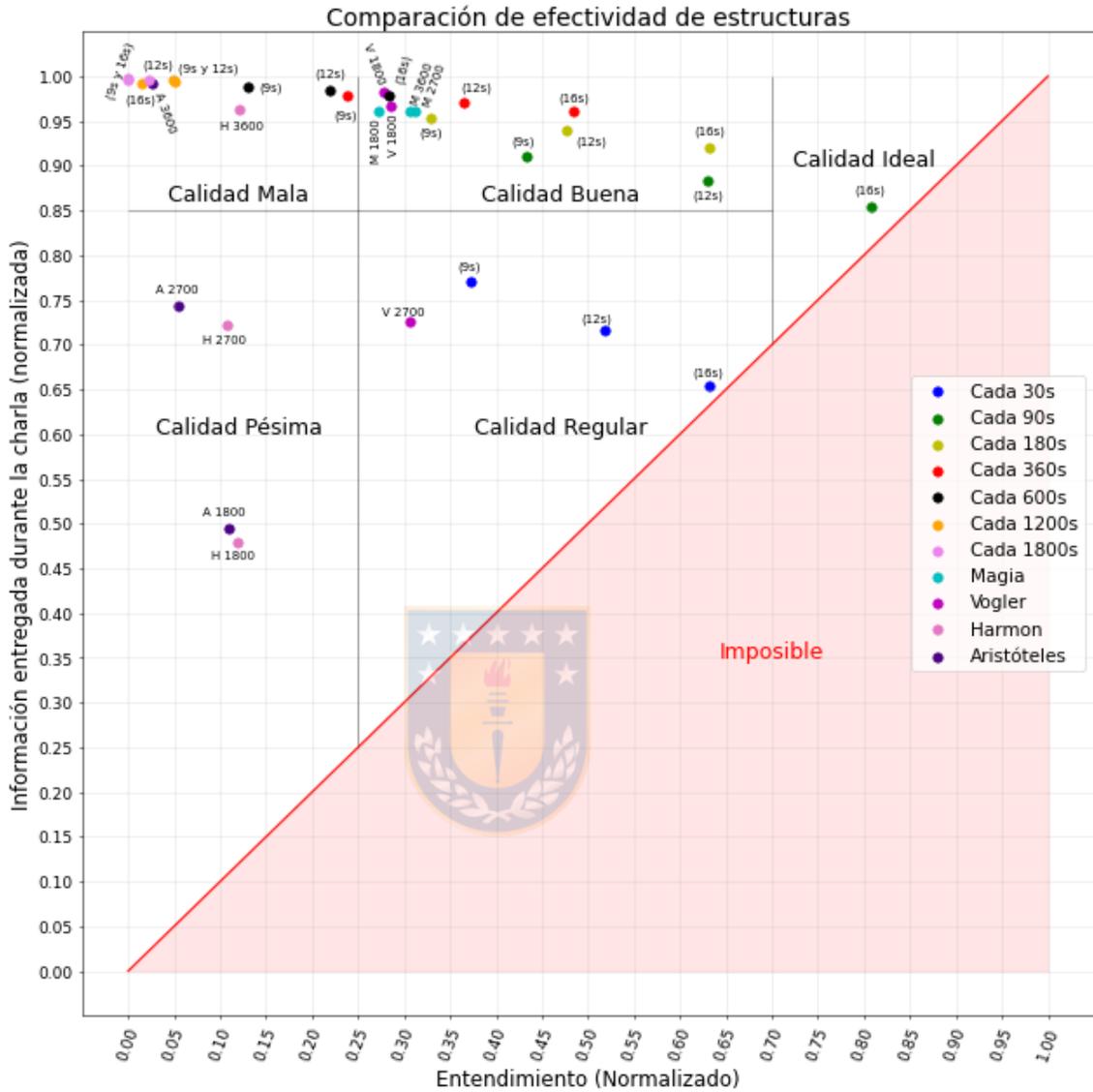
**Figura 4.2.68:** Gráfico que compara la *calidad* de las cuatro estructuras de estudio: Magia, Vogler, Harmon y Aristóteles. En esta figura se delimitan las siguientes áreas de calidad: pésimo, malo, regular, bueno, ideal e imposible. Comparación realizada para las tres duraciones.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.69:** Gráfico que compara la *calidad* de las cuatro estructuras de estudio: Magia, Vogler, Harmon y Aristóteles. En esta figura se delimitan las siguientes áreas de calidad: pésimo, malo, regular, bueno, ideal e imposible. Comparación realizada para las tres duraciones.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.70:** Gráfico que compara la *calidad* de las cuatro estructuras de estudio: Magia, Vogler, Harmon y Aristóteles. En esta figura se delimitan las siguientes áreas de calidad: pésimo, malo, regular, bueno, ideal e imposible. Comparación realizada para las tres duraciones. Fuente: Elaboración propia.

La estructura del ilusionismo tiene una pausa menos que la estructura de Dan Harmon, sin embargo obtiene resultados considerablemente mejores, obteniendo un entendimiento promedio final de más del doble que la arquitectura de Harmon. La estructura de historia que más se le acerca es la de Vogler, que solo logra igualar a

la magia para una duración de 1800s. Así la estructura del ilusionismo con menos pausas logra resultados mejores que las estructuras basadas en historias para charlas de 45 minutos o 1 hora, y para la duración de 30 minutos es igual de beneficiosa que la mejor de las estructuras de las historias estudiadas.

Comparando las estructuras de estudio con las de control se puede notar que para charlas de 45 minutos y 1 hora, todas las estructuras de control con pausas de intervalo menor a 360s obtienen mejores resultados que las de estudio; sin embargo en el caso de 45 minutos la diferencia es pequeña (0.5), en cambio en 1 hora la distancia es de 0.17. Pero al reducir el tiempo de charla a 30 minutos, solamente estructuras con intervalos de pausa menor a 180 obtienen la ventaja. Cabe destacar que las estructuras con intervalos de 30 y 90 tienen ventajas mucho menores en charlas de 30 minutos, pero a medida que el tiempo aumenta el éxito de éstas aumenta casi linealmente lo que genera una diferencia considerable el charlas de 1 hora.

Finalmente se puede obtener una *medición* de efectividad a través de multiplicar el entendimiento por la cantidad información entregada (normalizada) como se puede ver en la figura (4.2.71)



#### 4.2.9. Límites del modelo

En ésta sección se analizan los límites del modelo al comparar los resultados de *calidad* de 12960 estructuras diferentes, Estas se componen de 720 intervalos de pausa distintos empezando en 5 y aumentando de cinco en cinco hasta llegar a 3600, cada uno de estos intervalos se analiza con cada una de estas duraciones de pausa:

- Pausas de 1s
- Pausas de 4s
- Pausas de 8s
- Pausas de 10s
- Pausas de 16s
- Pausas de 20s

- Pausas de 31s
- Pausas de 40s
- Pausas de 50s
- Pausas de 100s
- Pausas de 150s
- Pausas de 225s
- Pausas de 300s
- Pausas de 450s
- Pausas de 600s
- Pausas de 1200s
- Pausas de 1800s
- Pausas de 3600s



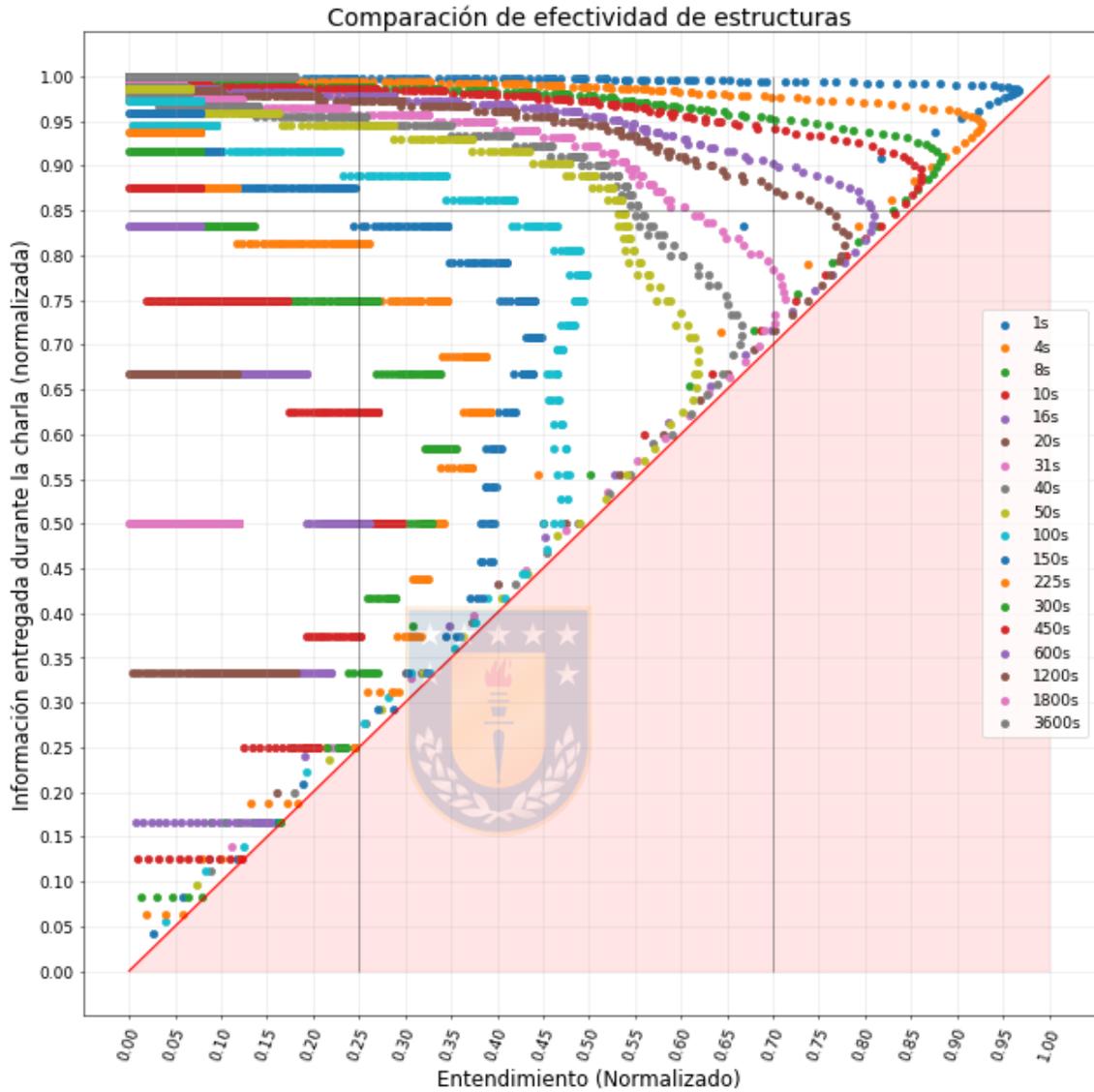
Así finalmente se muestran los resultados en gráficos de efectividad de las figuras (4.2.72) y (4.2.73). Estas figuras nos ayudan a entender los límites del modelo para ayudar en la interpretación de los gráficos anteriores. En la figura (4.2.71) se muestra el caso de pausas de 31 segundos para entender más claramente el aumento de los puntos.

Como era de esperar, aquellas presentaciones que tienen duraciones de pausas extremadamente largas (100s o más) entregan resultados con bajo entendimiento; por otro lado la cantidad de pausas que ocurren modula la cantidad de información entregada, así muchas pausas significa menos información y viceversa. Estos resultados concuerdan con la experiencia donde parar constantemente y parar por varios minutos no es deseable en una presentación.

Por otro lado se tienen las duraciones de pausas cortas e intermedias (50s o menos), en estos resultados se puede ver que el modelo entrega resultados de mayor efectividad ante muchas pausas muy cortas, particularmente los resultados con pausas de 1 segundo e intervalos entre estas de 1,5 minutos, logran casi obtener el máximo posible

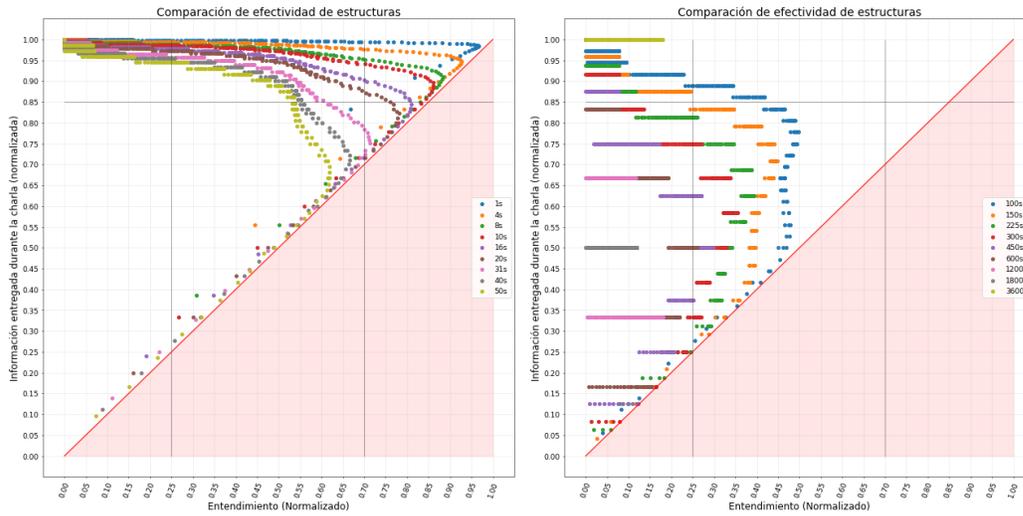
de entendimiento e información entregada. Este favoritismo del modelo ante pausas cada vez más cortas nos entrega un límite sobre su capacidad de representar la realidad, pues charlas con pausas de 1 segundo deberían tener aproximadamente el mismo resultado que charlas sin pausa. Cuando la cantidad de pausas se despega de la línea diagonal el entendimiento comienza a disminuir a medida que las pausas disminuyen obteniendo cero entendimiento cuando no hay pausas.





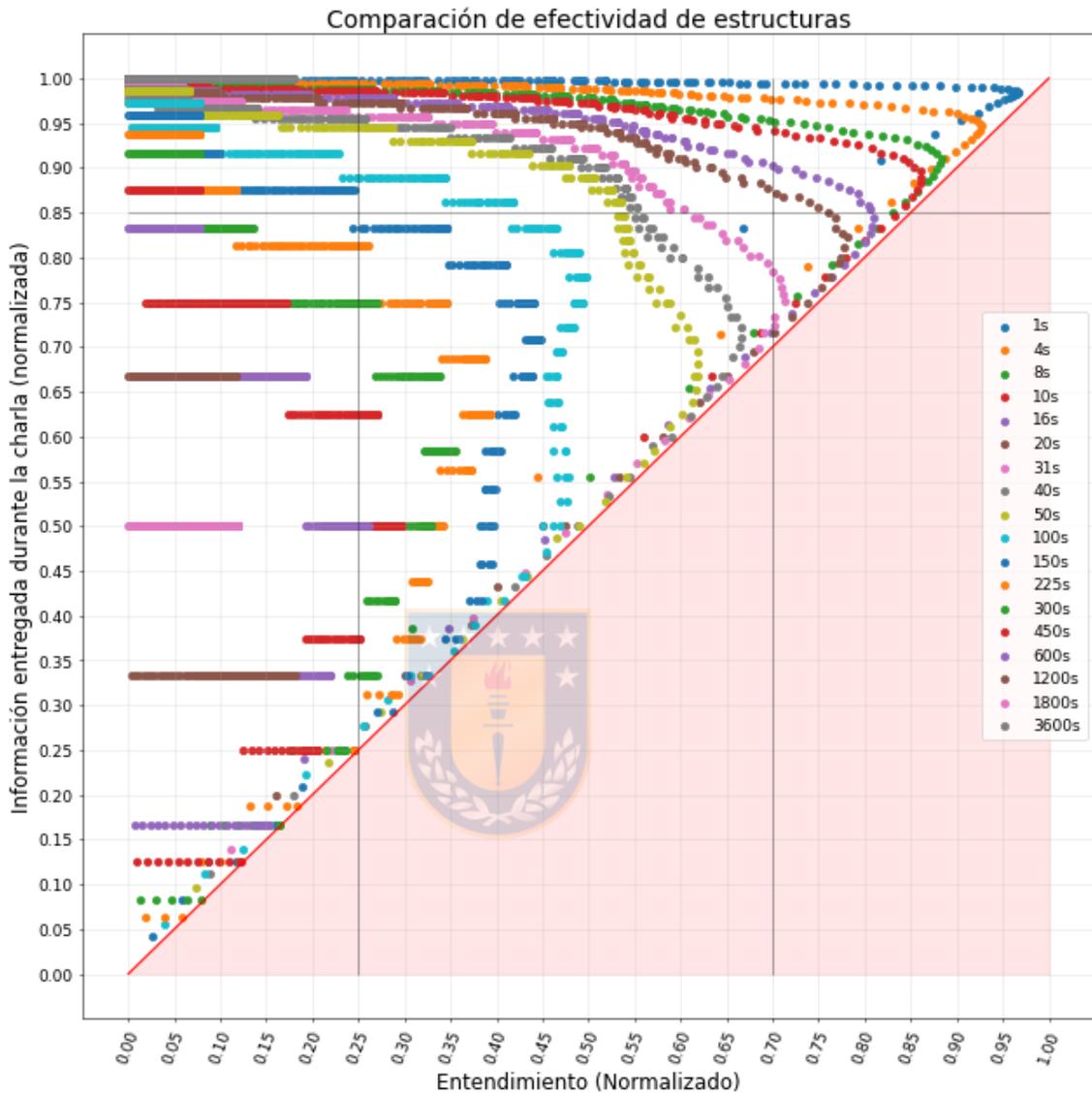
**Figura 4.2.71:** Los puntos en este gráfico representan el resultado final de charlas con pausas de 31s de duración, empezando con intervalos de 5 segundos y aumentando de 5s en 5s hasta llegar a un intervalo de 3600s.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2.72:** Gráficos de efectividad para testear el modelo. A la izquierda se ven las duraciones de pausa: 1s, 4s, 8s, 10s, 16s, 20s, 31s, 40s y 50s . A la derecha se ven las duraciones de pausa: 100s, 150s, 225s, 300s, 450s, 600s, 1200s, 1800s y 3600s. Fuente: Elaboración propia.





**Figura 4.2.73:** Todos los gráficos de efectividad juntos. Cada duración de pausa tiene 720 puntos que representan los intervalos de tiempo entre cada pausa, estos aumentan de 5 en 5 hasta los 3600s.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.10. Discusión y Conclusiones

Al comparar las estructuras de estudio podemos notar que la estructura de la magia tiene los mejores resultados, con una eficacia promedio de 0.285, seguido por la

estructura de Vogler (0.256), Harmon (0.083) y finalmente la de Aristóteles (0.040). Sin embargo cuando se comparan con las estructuras de control podemos ver que las estructuras con pausas cada 1,5 minutos, 3 minutos, y 6 minutos obtienen mejores resultados (figura (4.2.70)). En particular para presentaciones de 1 hora, utilizar intervalos de pausa de 90s obtiene el mejor resultado de todos con un entendimiento sobre el 80 % y entregando más del 85 % de la información posible. Estos resultados sugieren que una mayor cantidad de pausas homogéneas suele ser la mejor estrategia, pero de aquí aparecen dos preguntas importantes: i) ¿Se pueden comunicar ideas complejas en intervalos tan cortos? y ii) ¿Es factible crear una presentación con una estructura tan compleja? La primera pregunta requiere más investigación por parte de los expertos en comunicación, pues al respecto no hay mucha información. La segunda pregunta es más compleja de responder, en el *stand up comedy* por ejemplo, es fácil encontrar rutinas altamente efectivas con pausas constantes que ocurren después de cada chiste, sin embargo esto no quiere decir que la estructura de dicha rutina esté armada en torno a pausas cortas pues un tema suele tener varios chistes dentro. Así la estructura real del *stand up comedy* proviene de los temas y no de los chistes. En ese sentido las estructuras de estudio tienen el mismo carácter, en las historias o en la magia pueden haber bromas y sorpresas entre dos momentos clave dictados por la estructura, estos momentos de relajación interinos entregan pausas extra y permitirían aumentar el entendimiento de la presentación por parte del público, al menos según el comportamiento que presenta este modelo (ver figura (4.2.73)). Pero es importante destacar que estos recursos no son intrínsecos a la estructura y pueden agregarse o no según el deseo del presentador, en cambio una estructura con muchas pausas obliga al presentador a detenerse independientemente de si ha logrado terminar de desarrollar la idea o no. Esto nos indica que trabajos futuros sobre este modelo deben considerar como trabajar con este tipo de casos, esto sugiere cambios en la forma de entrega de información, la tasa de pérdida y/o modificaciones al tiempo crítico durante las pausas.

Si bien el modelo es una simplificación de la realidad, nos entrega una interesante forma de ver las charlas de comunicación de la ciencia, como se mencionó en el capítulo (2) las historias son ampliamente recomendadas para la divulgación científica, sin embargo las versiones más complejas de las estructuras tienen más pausas al principio

y al final generando un período en el centro de larga duración, esto en las historias es equivalente a la fase de entrenamiento del héroe, donde debe aprender nueva información y conocer a sus mentores y amigos nuevos. En una historia esta fase es importante y tiene sus propias formas de mantener a la audiencia interesada, sin embargo traspasar esto a la comunicación de la ciencia genera un claro problema, especialmente en la estructura de Dan Harmon (figura (4.2.49)). Cabe destacar que la estructura más simple de una historia (la de 3 actos de Aristóteles) tiene un rendimiento bastante malo como se puede ver en la figura (4.2.53), esto es importante debido a que un divulgador que no sepa de *storytelling* tenderá a utilizar esta estructura ya que es lo que se enseña en la escuela. Aquellos comunicadores de la ciencia que deseen aprender más sobre las historias tendrán un gran universo de estructuras sobre las que se podría basar su presentación, siendo las estudiadas aquí las más comunes junto a la de Campbell. Pero la elección de la estructura, según este modelo, generará una diferencia importante en el rendimiento de la charla.

Si bien la estructura de la magia y la de Christopher Vogler tienen resultados parecidos, la magia logra su efectividad con 5 pausas menos, ya que al tener las pausas distribuidas de manera más homogénea permite mantener el entendimiento que ha obtenido de mejor forma. Todos estos resultados nos insinúan que la idea de que las historias son la mejor forma de armar una presentación de divulgación científica debe ser revisitada y estudiada con mayor profundidad. Qué tipo de historia y qué estructura de ésta es la que logra mejores resultados es algo que ni siquiera se ha considerado en la comunicación de la ciencia, esto ha generado una alabanza casi ciega a las historias con muy pocos resultados sobre los cuales dichas alabanzas puedan sostenerse. Esta tesis nos muestra de forma clara que estudios de control con doble ciego hechos sobre públicos reales son muy necesarios para esclarecer como y cuánto afecta la estructura a la divulgación de la ciencia, se debe comparar a las diferentes estructuras de las historias con otras como la del *stand up comedy* y el ilusionismo. Esta tesis, a través del modelo presentado en ella, nos permite cuestionar si aplicar una estructura de un arte externo es la mejor idea, ya que la ubicación de las pausas es tan importante como la cantidad de pausas y genera la pregunta ¿Existirá una estructura de la divulgación científica? i.e. una estructura cuyas pausas y duraciones estén diseñadas para maximizar la calidad de una presentación de

divulgación científica. Al fin y al cabo la comunicación de la ciencia tiene grandes diferencias con las historia, con la magia o el *stand up*; cada una de estas artes tiene su propia forma de estructurarse y si bien puede utilizar recursos de sus pares, son claramente distintas. Más estudios teóricos serán necesarios para dilucidar si la comunicación de la ciencia tiene una estructura intrínseca separada de las aquí mencionadas o si su mejor opción es basarse en una ya creada por otra arte.

Como trabajo futuro se espera estudiar más estructuras de historias y de la magia y además agregar el estudio de la arquitectura del *stand up comedy*. Se buscará también modificar el modelo aquí presentado entregando resultados más fieles a la realidad incorporando, entre otras cosas, la interacción entre los agentes a modo de incluir la distracción colectiva. Además se espera validar los resultados con estudios de control con doble ciego en humanos con el objetivo de generar resultados más robustos que permitan un mayor interés en la estructura como área de estudio de la divulgación científica.



## Bibliografía

- Acevedo, E. (2015). Estructura para un show de magia. Conferencia en AMM. Notas de conferencia.
- Ascanio, A. and Etcheverry, J. (2000). La magia de ascanio. *Jesús Etcheverry, Páginas, Madrid*.
- Axelrod, R. (1997). The dissemination of culture: A model with local convergence and global polarization. *Journal of conflict resolution*, 41(2):203–226.
- Brown, D. and Sharkley, I. (2014). Writing derren brown shows - behind the mischief.
- Bucchi, M. and Trench, B. (2008). *Handbook of public communication of science and technology*. Routledge.
- Burns, T. W., O'Connor, D. J., and Stockmayer, S. M. (2003). Science communication: a contemporary definition. *Public understanding of science*, 12(2):183–202.
- Campbell, J. (2008). *The hero with a thousand faces*, volume 17. New World Library.
- Caveney, M., Steinmeyer, J., and Jay, R. (2013). *Magic: 1400s-1950s*. Taschen.
- Chakrabarti, B. K., Chakraborti, A., and Chatterjee, A. (2006). *Econophysics and sociophysics: trends and perspectives*. John Wiley & Sons.
- Chakraborti, A., Toke, I. M., Patriarca, M., and Abergel, F. (2011). Econophysics review: Ii. agent-based models. *Quantitative Finance*, 11(7):1013–1041.
- Compton, R. J. (2003). The interface between emotion and attention: A review of evidence from psychology and neuroscience. *Behavioral and cognitive neuroscience reviews*, 2(2):115–129.
- Cortassa, C. (2016). In science communication, why does the idea of a public deficit always return? the eternal recurrence of the public deficit. *Public Understanding of Science*, 25(4):447–459.
- Dahlstrom, M. F. (2010). The role of causality in information acceptance in narratives: An example from science communication. *Communication Research*, 37(6):857–875.

- Dahlstrom, M. F. and Ho, S. S. (2012). Ethical considerations of using narrative to communicate science. *Science Communication*, 34(5):592–617.
- de Chile, G. (2019). Primera cuenta pública ministerio de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación 2019. <http://ministeriociencia-sitioweb-dev.cen3.kiteknology.com/ciudadania>. Accedido el 01-04-2020.
- Duarte, N. (2013). *Resonate: Present visual stories that transform audiences*. John Wiley & Sons.
- Ganson, L. and Slydini, T. (1960). *The Annotated Magic of Slydini*. L L Pub, 2001.
- Ganson, L. and Verner, D. (1957). *The Dai Vernon Book of Magic*. Supreme Magic Company.
- Graesser, A., Olde, B., Klettke, B., Green, M., Strange, J., and Brock, T. (2002). How does the mind construct and represent stories? narrative impact: Social and cognitive foundations.
- Green, M. C. (2004). Transportation into narrative worlds: The role of prior knowledge and perceived realism. *Discourse processes*, 38(2):247–266.
- Green, M. C. and Brock, T. C. (2000). The role of transportation in the persuasiveness of public narratives. *Journal of personality and social psychology*, 79(5):701.
- Greenwood, M. and Riordan, D. G. (2001). Civic scientist/civic duty. *Science communication*, 23(1):28–40.
- Hadzigeorgiou, Y. (2016). Narrative thinking and storytelling in science education. In *Imaginative science education*, pages 83–119. Springer.
- Halliwell, S. et al. (1998). *Aristotle's poetics*. University of Chicago Press.
- Harada, R. G. et al. (2012). A tentativa do impossível= a arte mágica como matéria poética da cena teatral= attempting the impossible: the art of conjuring as poetic material of the theatrical scene.
- Harmon, D. (2014). Story structure 101: Super basic shit. [https://channel101.fandom.com/wiki/Story\\_Structure\\_101:\\_Super\\_Basic\\_Shit](https://channel101.fandom.com/wiki/Story_Structure_101:_Super_Basic_Shit). Accedido el 24-07-2019.
- Hellmann, J. H., Echterhoff, G., Kopietz, R., Niemeier, S., and Memon, A. (2011). Talking about visually perceived events: Communication effects on eyewitness memory. *European Journal of Social Psychology*, 41(5):658–671.
- Huxster, J. K., Slater, M. H., Leddington, J., LoPiccolo, V., Bergman, J., Jones, M., McGlynn, C., Diaz, N., Aspinall, N., Bresticker, J., et al. (2018). Understanding “understanding” in public understanding of science. *Public Understanding of Science*, 27(7):756–771.

- Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. Macmillan.
- Kerby, H. W., DeKorver, B. K., and Cantor, J. (2018). Fusion story form: a novel, hybrid form of story that promotes and assesses concept learning. *International Journal of Science Education*, 40(14):1774–1794.
- Klassen, S. (2010). The relation of story structure to a model of conceptual change in science learning. *Science & Education*, 19(3):305–317.
- Leshner, A., Scheufele, D., Backes, E., Bostrom, A., Bruine de Bruin, W., Cook, K., Dietz, T., K. Hallman, W., R. Henig, J., Hornik, R., Maynard, A., Nisbet, M., M. Peters, E., Rhodes, H., and Welch-Ross, M. (2017). *Communicating Science Effectively: A Research Agenda*. The National Academies Press.
- Leshner, A. I. (2003). Public engagement with science. *Science*, 299(5609):977–977.
- Lutte, V. (2008). La estructura, la forma y la trama. Congreso Atacamágica 2008. Notas de conferencia.
- Macknik, S., Martinez-Conde, S., and Blakeslee, S. (2010). *Sleights of mind: What the neuroscience of magic reveals about our everyday deceptions*. Henry Holt and Company.
- Mar, R. A., Mason, M. F., and Litvack, A. (2012). How daydreaming relates to life satisfaction, loneliness, and social support: the importance of gender and daydream content. *Consciousness and cognition*, 21(1):401–407.
- McKee, R. (2011). *El guión. Story*. Alba editorial.
- Metcalfe, J. (2019). Comparing science communication theory with practice: An assessment and critique using australian data. *Public Understanding of Science*, 28(4):382–400.
- Miller, G. (2014). The story structure countdown: How different ‘experts’ say you should structure a story. <https://othernetwork.com/2014/03/01/the-story-structure-countdown-how-different-experts-say-you-should-structure-a-story/>. Accedido el 06-06-2020.
- Muller, D. A., Bewes, J., Sharma, M. D., and Reimann, P. (2008). Saying the wrong thing: Improving learning with multimedia by including misconceptions. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24(2):144–155.
- Nerlich, B. (2017). Digging for the roots of the deficit model. <https://blogs.nottingham.ac.uk/makingsciencepublic/2017/02/25/digging-for-the-deficit-model/>. Accedido el 28-05-2020.
- Ormazábal, I., Boroto, F., and Astudillo, H. (2020). Complex classroom: An agent-based model for teaching-learning processes. *Arxiv*.

- Pareras, G. (2013). *Arturo de Ascanio, la depuración constante de lo mismo*. Famulus.
- Regis, E. (2019). *Golden Rice: The Imperiled Birth of a GMO Superfood*. Johns Hopkins University Press.
- Sagan, C. (2011). *The demon-haunted world: Science as a candle in the dark*. Ballantine Books.
- Schelling, T. C. (1971). Dynamic models of segregation. *Journal of mathematical sociology*, 1(2):143–186.
- Schleussner, C.-F., Rogelj, J., Schaeffer, M., Lissner, T., Licker, R., Fischer, E. M., Knutti, R., Levermann, A., Frieler, K., and Hare, W. (2016). Science and policy characteristics of the paris agreement temperature goal. *Nature Climate Change*, 6(9):827.
- Simis, M. J., Madden, H., Cacciatore, M. A., and Yeo, S. K. (2016). The lure of rationality: Why does the deficit model persist in science communication? *Public Understanding of Science*, 25(4):400–414.
- Slater, M. D., Rouner, D., and Long, M. (2006). Television dramas and support for controversial public policies: Effects and mechanisms. *Journal of Communication*, 56(2):235–252.
- Snyder, B. (2005). *Save the cat*. Michael Wiese Productions.
- Steinmeyer, J. (2004). *Hiding the elephant: How magicians invented the impossible and learned to disappear*. Da Capo Press.
- Tamariz, J. (1988). The magic way. *Madrid, Spain: Editorial Frankson Magic Books*.
- Tamariz, J. (2016). *El arco iris mágico*. Editorial Páginas.
- Trench, B. (2008). Towards an analytical framework of science communication models. In *Communicating science in social contexts*, pages 119–135. Springer.
- Vogler, C. (2007). *The Writer's journey*. Michael Wiese Productions Studio City, CA.
- Yakovenko, V. M. and Rosser Jr, J. B. (2009). Colloquium: Statistical mechanics of money, wealth, and income. *Reviews of modern physics*, 81(4):1703.
- Yorke, J. (2013). *Into the Woods: How stories work and why we tell them*. Penguin UK.