

Ten simple rules for structuring papers :

Perspectiva general

La buena escritura científica es esencial para el desarrollo profesional y para el progreso de la ciencia. Un manuscrito bien estructurado permite a los lectores y revisores entusiasmarse con el tema, comprender y verificar las contribuciones del documento e integrar estas contribuciones en un contexto más amplio. Sin embargo, muchos científicos luchan con la producción de manuscritos de alta calidad y, por lo general, no están capacitados en la escritura en papel.

Centrándonos en cómo los lectores consumen información, presentamos un conjunto de diez reglas simples para ayudarle a comunicar la idea principal de su artículo. Estas reglas están diseñadas para hacer que su artículo sea más influyente y que el proceso de escritura sea más eficiente y placentero.

Introducción

Escribir y leer artículos son habilidades clave para los científicos. De hecho, el éxito en la publicación se utiliza para evaluar a los científicos [1] y puede ayudar a predecir su éxito futuro [2]. En la producción y consumo de documentos, hay varias partes involucradas, cada una de las cuales tiene sus propias motivaciones y personalidades. Los editores quieren asegurarse de que el documento sea significativo, y los revisores quieren determinar si las conclusiones están justificadas por los resultados. El lector quiere comprender rápidamente las conclusiones conceptuales del artículo antes de decidir si profundizar en los detalles, y el escritor quiere transmitir las contribuciones importantes a la audiencia más amplia posible mientras convence al especialista de que los hallazgos son creíbles. Puede facilitar todos estos objetivos estructurando bien el documento en

múltiples escalas, abarcando la oración, el párrafo, la sección y el documento.

La comunicación clara también es crucial para la empresa científica en general porque la "transferencia de conceptos" es un paso que limita la velocidad en la polinización cruzada científica. Esto es particularmente cierto en las ciencias biológicas y otros campos que comprenden una vasta red de subdisciplinas altamente interconectadas. A medida que los científicos se especializan cada vez más, se vuelve más importante (y difícil) fortalecer los vínculos conceptuales. La comunicación a través de los límites disciplinarios solo puede funcionar cuando los manuscritos son legibles, creíbles y memorables.

La afirmación que le da importancia a su trabajo tiene que estar respaldada por datos y por una lógica que le dé credibilidad. Sin planificar cuidadosamente la lógica del

documento, los escritores a menudo faltarán datos o pasos lógicos en el camino hacia la conclusión. Si bien estos lapsos están más allá de nuestro alcance, su lógica científica debe ser muy clara para hacer su afirmación de manera poderosa.

Aquí presentamos diez reglas simples para estructurar documentos. Las primeras cuatro reglas son principios que se aplican a todas las partes de un documento y además a otras formas de comunicación, como subvenciones y carteles. Las siguientes cuatro reglas tratan de los objetivos principales de cada una de las partes principales de los documentos. Las dos reglas finales proporcionan orientación sobre el proceso: heurísticas para la construcción eficiente de manuscritos.

Principios (Reglas 1-4)

Escribir es comunicación. Por lo tanto, la

experiencia del lector es de primordial importancia, y toda la escritura sirve para este objetivo. Cuando escribes, debes tener constantemente en cuenta a tu lector. Estas cuatro reglas te ayudan a evitar perder a tu lector.

Regla 1: Centra tu artículo en una contribución central, que comunicas en el título

Sus esfuerzos de comunicación tienen éxito si los lectores todavía pueden describir la principal contribución de su artículo a sus colegas un año después de leerlo. Aunque está claro que un documento a menudo necesita comunicar una serie de innovaciones en el camino hacia su mensaje final, no vale la pena ser codicioso. Concéntrese en un solo mensaje; los documentos que se centran simultáneamente en múltiples contribuciones tienden a ser menos convincentes sobre cada

uno y, por lo tanto, son menos memorables.

El elemento más importante de un artículo es el título: piense en la relación entre el número de títulos que lee y el número de artículos que lee. El título suele ser el primer elemento que encuentra un lector, por lo que su calidad [3] determina si el lector invertirá tiempo en la lectura del resumen.

El título no solo transmite la contribución central del documento, sino que también puede servir como un recordatorio constante (para usted) para centrar el texto en la transmisión de esa idea. Después de todo, la ciencia es la abstracción de principios simples de datos complejos. El título es el refinamiento definitivo de la contribución del documento. Pensar en el título temprano, y volver regularmente a perfeccionarlo, puede ayudar no solo a escribir el documento, sino también al proceso de diseño de experimentos o

desarrollo de teorías.

Esta Regla de Uno es la regla más difícil de implementar de manera óptima porque se presenta cara a cara con el desafío clave de la ciencia, que es hacer que la afirmación y/o el modelo sean tan simples como los datos y la lógica pueden soportar, pero no más simples. Al final, su lucha por encontrar este equilibrio puede resultar apropiadamente en "una contribución" que sea multifacética. Por ejemplo, un documento tecnológico puede describir tanto su nueva tecnología como un resultado biológico usándola; el puente que une estas dos facetas es una descripción clara de cómo se puede utilizar la nueva tecnología para hacer nueva biología.

Regla 2: Escribe para seres humanos de carne y hueso que no conocen tu trabajo

Debido a que eres el principal experto del

mundo en exactamente lo que estás haciendo, también eres la persona menos calificada del mundo para juzgar tu escritura desde la perspectiva del lector ingenuo. La mayoría de los errores de escritura se derivan de esta situación. Piensa como un diseñador: para cada elemento, determina el impacto que quieres tener en las personas y luego esfuérzate por lograr ese objetivo [4]. Trate de pensar en el papel como un lector ingenuo que primero debe tener que preocuparse por el problema que está abordando (consulte la Regla 6) y luego querrá entender su respuesta con el mínimo esfuerzo.

Defina los términos técnicos claramente porque los lectores pueden frustrarse cuando se encuentran con una palabra que no entienden. Evite las abreviaturas y acrónimos para que los lectores no tengan que volver a las secciones anteriores para identificarlas.

La vasta base de conocimientos de la psicología humana es útil en la escritura en papel. Por ejemplo, las personas tienen restricciones de memoria de trabajo en el sentido de que solo pueden recordar un pequeño número de elementos y son mejores para recordar el principio y el final de una lista que el medio [5]. Haz todo lo posible para minimizar el número de hilos sueltos que el lector tiene que tener en cuenta en cualquier momento.

Regla 3: Apégate al esquema de conclusión de contenido de contexto (C-C-C)

La gran mayoría de las historias populares (es decir, memorables y reconcitables) tienen una estructura con un comienzo discernible, un cuerpo bien definido y un final. El principio establece el contexto de la historia, mientras que el cuerpo (contenido) avanza la historia hacia un final en el que los problemas

encuentran sus conclusiones. Esta estructura reduce la posibilidad de que el lector se pregunte "¿Por qué me dijeron eso?" (Si falta el contexto) o "¿Y qué?" (Si falta la conclusión).

Hay muchas formas de contar una historia. En su mayoría, difieren en lo bien que sirven a un lector paciente frente a uno impaciente [6]. El lector impaciente necesita participar rápidamente; esto se puede lograr presentando primero el contenido más emocionante (por ejemplo, como se ve en los artículos de noticias). El esquema C-C-C que defendemos sirve a un lector más paciente que está dispuesto a dedicar el tiempo a orientarse con el contexto. Una desventaja consecuente de C-C-C es que puede no atraer de manera óptima al lector impaciente. Esta desventaja se ve mitigada por el hecho de que la estructura de los artículos científicos, específicamente la primacía del título y el resumen, ya obliga a que el contenido se revele rápidamente. Por lo

tanto, es probable que un lector que proceda a la introducción esté lo suficientemente comprometido como para tener la paciencia para absorber el contexto. Además, un peligro de las estructuras de historias "contenido primero" excesivas en la ciencia es que puede generar escepticismo en el lector porque pueden estar perdiendo una pieza importante del contexto que hace que su afirmación sea más creíble. Por estas razones, abogamos por C-C-C como una estructura de historia científica "por defecto".

El esquema C-C-C define la estructura del papel en múltiples escalas. A escala de papel completo, la introducción establece el contexto, los resultados son el contenido y la discusión trae a casa la conclusión. Aplicando C-C-C en la escala de párrafos, la primera oración define el tema o el contexto, el cuerpo alberga el contenido novedoso presentado para la consideración del lector, y la última frase proporciona la conclusión para ser recordada.

Desviarse de la estructura C-C-C a menudo conduce a artículos que son difíciles de leer, pero los escritores a menudo lo hacen debido a su propio contexto autobiográfico. Durante nuestra vida cotidiana como científicos, pasamos la mayor parte de nuestro tiempo produciendo contenido y una minoría en medio de una ráfaga de otras actividades. Llegamos a cabo experimentos, desarrollamos la exposición de la literatura disponible y combinamos pensamientos utilizando la magia de la cognición humana. Es natural querer registrar estos esfuerzos en papel y estructurar un papel cronológicamente. Pero para nuestros lectores, la mayoría de los detalles de nuestras actividades son extraños. No les importa el camino cronológico por el que se alcanzó un resultado; solo se preocupan por la afirmación final y la lógica que la respalda (ver Regla 7). Por lo tanto, todo nuestro trabajo debe ser reformateado para proporcionar un contexto que haga que nuestro material sea significativo y una conclusión que ayude al lector a

entenderlo y recordarlo.

Regla 4: Optimice su flujo lógico evitando el zig-zag y utilizando el paralelismo

Evitar el zig-zag. Solo se debe tocar la idea central del documento varias veces. De lo contrario, cada tema debe cubrirse en un solo lugar para minimizar el número de cambios de tema. Las oraciones o párrafos relacionados deben encadenarse en lugar de interrumpirse con material no relacionado. Las ideas que son similares, como dos razones por las que deberíamos creer algo, deberían venir una después de la otra.

Usando el paralelismo. Del mismo modo, a través de párrafos u oraciones consecutivas, los mensajes paralelos deben comunicarse en forma paralela. El paralelismo facilita la lectura del texto porque el lector está familiarizado con la estructura. Por ejemplo, si

tenemos tres razones independientes por las que preferimos una interpretación de un resultado a otra, es útil comunicarlas con la misma sintaxis para que esta sintaxis sea transparente para el lector, lo que les permite centrarse en el contenido. No hay nada de malo en usar la misma palabra varias veces en una oración o párrafo. Resiste la tentación de usar una palabra diferente para referirse a la El mismo concepto: hacerlo hace que los lectores se pregunten si la segunda palabra tiene un significado ligeramente diferente.

Los componentes de un papel (Reglas 5-8)

Las partes individuales de un documento (resumen, introducción, resultados y discusión) tienen objetivos diferentes y, por lo tanto, cada una de ellas aplica la estructura C-C-C de manera un poco diferente para lograr sus objetivos. Discutiremos estas estructuras especializadas en esta sección y las

resumiremos en la figura 1.

Regla 5: Cuenta una historia completa en abstracto

El resumen es, para la mayoría de los lectores, la única parte del documento que se leerá. Esto significa que el resumen debe transmitir todo el mensaje del documento de manera efectiva. Para servir a este propósito, la estructura del resumen está altamente conservada. Cada uno de los elementos C-C-C se detalla a continuación.

El contexto debe comunicar al lector qué vacío llenará el documento. La primera frase orienta al lector introduciendo el campo más amplio en el que se encuentra la investigación en particular. Luego, este contexto se reduce hasta que llega a la pregunta abierta que respondió la investigación. Una sección de contexto exitosa sienta el escenario para

distinguir las contribuciones del documento del estado actual del arte al comunicar lo que falta en la literatura (es decir, la brecha específica) y por qué eso importa (es decir, la conexión entre la brecha específica y el contexto más amplio con el que se abrió el documento).

El contenido ("Aquí estamos") describe primero el nuevo método o enfoque que utilizó para llenar el vacío o la pregunta. Luego presentas la carne, tu resumen ejecutivo de los resultados.

Por último, la conclusión interpreta los resultados para responder a la pregunta que se planteó al final de la sección de contexto. A menudo hay una segunda parte en la sección de conclusión que destaca cómo esta conclusión mueve el campo más amplio hacia adelante (es decir, "significancia más amplia"). Esto es especialmente cierto para las revistas

más "generales" con un amplio número de lectores.

Esta estructura te ayuda a evitar el error más común con el resumen, que es hablar de los resultados antes de que el lector esté listo para entenderlos. Los buenos resúmenes suelen tomar muchas iteraciones de refinamiento para asegurarse de que los resultados llenen el vacío como una llave se ajusta a su cerradura. La estructura de ancho amplio y estrecho le permite comunicarse con un número de lectores más amplio (a través de la amplitud) al tiempo que mantiene la credibilidad de su reclamación (que siempre se basa en un conjunto finito o estrecho de resultados).

Regla 6: Comunicar por qué el documento es importante en la introducción

La introducción destaca la brecha que existe en el conocimiento o los métodos actuales y

por qué es importante. Esto generalmente se hace mediante un conjunto de párrafos progresivamente más específicos que culminan en una exposición clara de lo que falta en la literatura, seguido de un párrafo que resume lo que el documento hace para llenar ese vacío.

Como ejemplo de la progresión de las brechas, un primer párrafo puede explicar por qué comprender la diferenciación celular es un tema importante y que el campo aún no ha resuelto lo que lo desencadena (una brecha de campo). Un segundo párrafo puede explicar lo que se desconoce sobre la diferenciación de un tipo de célula específico, como los astrocitos (una brecha de subcampo). Un tercero puede proporcionar pistas de que un gen en particular podría impulsar la diferenciación astrocítica y luego afirmar que esta hipótesis no está probada (el vacío dentro del subcampo que llenará). La declaración de la brecha establece las expectativas del lector sobre lo

que entregará el documento.

La estructura de cada párrafo de introducción (excepto el último) sirve para el objetivo de desarrollar la brecha. Cada párrafo primero orienta al lector hacia el tema (una o dos frases de contexto) y luego explica los "conocidos" en la literatura relevante (contenido) antes de aterrizar en el

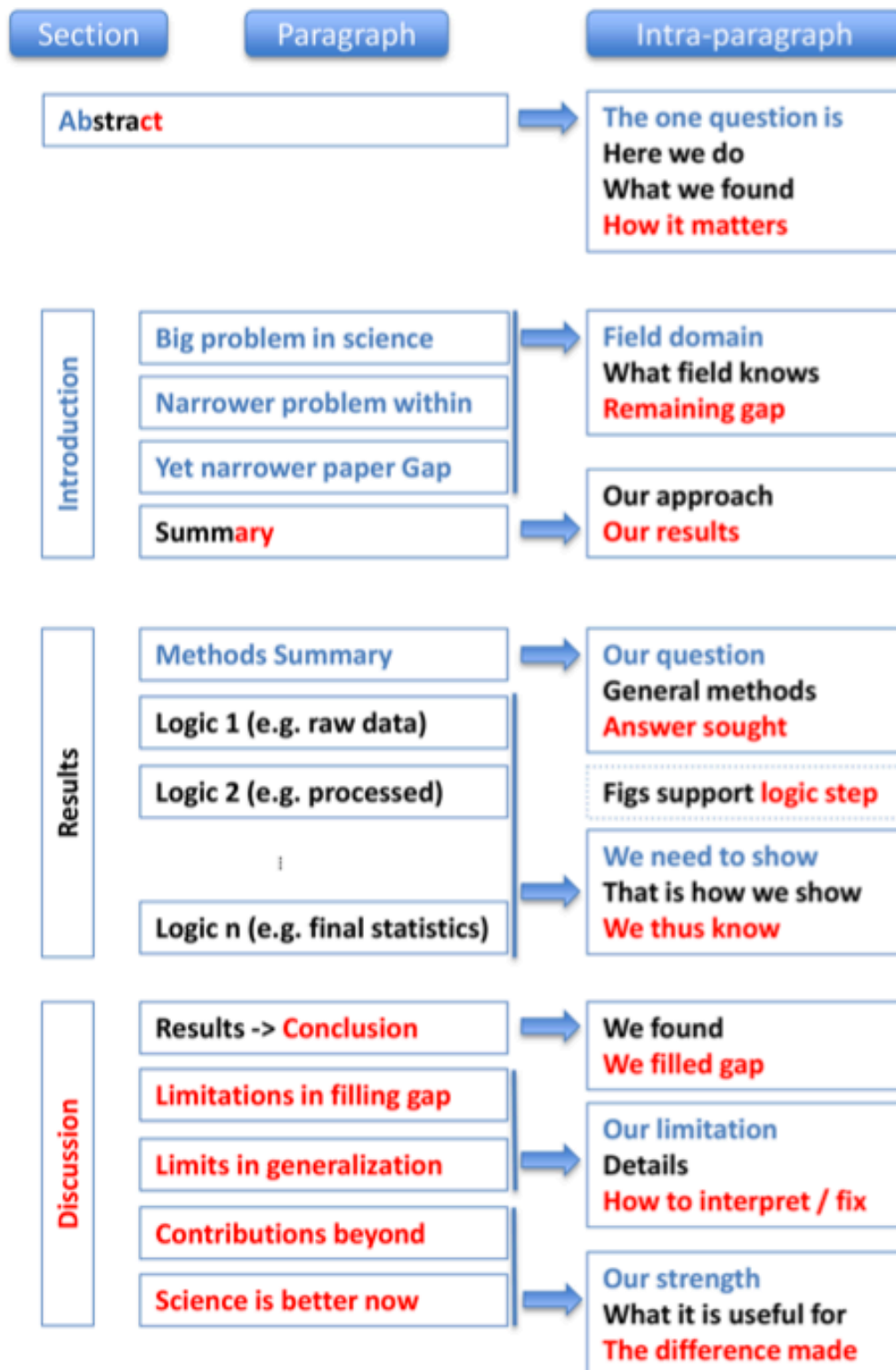


Fig 1. Summary of a paper's structural elements at three spatial scales: Across sections, across paragraphs, and within paragraphs. Note that the abstract is special in that it contains all three elements (Context, Content, and Conclusion), thus comprising all three colors.

<https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1005619.g001>

"Desconocido" (conclusión) ritual que hace

que el documento sea importante en la escala relevante. A lo largo del camino, a menudo se dan pistas sobre el misterio detrás de las brechas; estas pistas conducen a la hipótesis no probada o al método no desarrollado del documento y dan al lector la esperanza de que el misterio se pueda resolver. La introducción no debe contener una amplia revisión de la literatura más allá de la motivación del documento. Esta estructura centrada en la brecha hace que sea fácil para los lectores experimentados evaluar la importancia potencial de un artículo; solo necesitan evaluar la importancia de la brecha reclamada.

El último párrafo de la introducción es especial: resume de forma compacta los resultados, que llenan el vacío que acabas de establecer. Se diferencia del resumen en las siguientes maneras: no necesita presentar el contexto (que se acaba de dar), es algo más específico sobre los resultados, y solo previsualiza brevemente la conclusión del

documento, si es que lo hace.

Regla 7: Entregar los resultados como una secuencia de declaraciones, respaldadas por cifras, que se conectan lógicamente para apoyar la contribución central

La sección de resultados debe convencer al lector de que la afirmación central está respaldada por datos y lógica. Cada argumento científico tiene su propia estructura lógica particular, que dicta la secuencia en la que se deben presentar sus elementos.

Por ejemplo, un documento puede establecer una hipótesis, verificar que un método de medición es válido en el sistema en estudio y luego usar la medición para refutar la hipótesis. Alternativamente, un documento puede establecer múltiples hipótesis alternativas (y mutuamente excluyentes) y luego refutar todas menos una para

proporcionar evidencia de la interpretación restante. El tejido del argumento contendrá controles y métodos donde sean necesarios para la lógica general.

En la fase de esbozo de la preparación del papel (ver Regla 9), esboce la estructura lógica de cómo sus resultados apoyan su reclamación y conviértalo en una secuencia de declaraciones declarativas que se conviertan en los encabezados de las subsecciones dentro de la sección de resultados (y/o los títulos de las figuras). La mayoría de las revistas permiten este tipo de formato, pero si la revista elegida no lo hace, estos encabezados siguen siendo útiles durante la fase de escritura y se pueden adaptar para que sirvan como textos introductorios a sus párrafos o se eliminan antes del envío. Una progresión tan clara de los pasos lógicos hace que el documento sea fácil de seguir.

Las cifras, sus títulos y leyendas son particularmente importantes porque muestran el apoyo (datos) más objetivo de los pasos que culminan en la afirmación del documento. Además, las cifras a menudo son vistas por los lectores que se saltan directamente del resumen para ahorrar tiempo. Por lo tanto, el título de la figura debe comunicar la conclusión del análisis, y la leyenda debe explicar cómo se hizo. La fabricación de figuras es un arte en sí mismo; los libros de Edward Tufte siguen siendo el estándar de oro para aprender este oficio [7,8].

El primer párrafo de resultados es especial, ya que normalmente resume el enfoque general del problema descrito en la introducción, junto con cualquier método innovador clave que se haya desarrollado. La mayoría de los lectores no leen los métodos, por lo que este párrafo les da la esencia de los métodos que se utilizaron.

Cada párrafo posterior en la sección de resultados comienza con una o dos frases que configuran la pregunta que el párrafo responde, como la siguiente: "Para verificar que no hay artefactos...", "¿Cuál es la fiabilidad de la prueba-reprueba de nuestra medida?", o "A continuación, probamos si el flujo de Ca^{2+} a través de los canales Ca^{2+} de tipo L estaba involucrado". El centro del párrafo presenta los datos y la lógica que pertenecen a la pregunta, y el párrafo termina con una oración que responde a la pregunta. Por ejemplo, puede concluir que no se detectó ninguno de los artefactos potenciales. Esta estructura hace que sea fácil para los lectores experimentados verificar los hechos de un documento. Cada párrafo convence al lector de la respuesta dada en su última frase. Esto hace que sea fácil encontrar el párrafo en el que se saca una conclusión sospechosa y comprobar la lógica de eso. Párrafo. El resultado de cada párrafo es una declaración lógica, y los párrafos más abajo en el texto se

basan en las conclusiones lógicas de los párrafos anteriores, al igual que los teoremas se construyen en la literatura matemática.

Regla 8: Discutir cómo se llenó el vacío, las limitaciones de la interpretación y la relevancia para el campo

La sección de discusión explica cómo los resultados han llenado el vacío que se identificó en la introducción, proporciona advertencias a la interpretación y describe cómo el documento avanza en el campo al proporcionar nuevas oportunidades. Por lo general, esto se hace recapitulando los resultados, discutiendo las limitaciones y luego revelando cómo la contribución central puede catalizar el progreso futuro. El primer párrafo de discusión es especial, ya que generalmente resume los hallazgos importantes de la sección de resultados. Algunos lectores se saltan partes sustanciales

de los resultados, por lo que este párrafo al menos les da la esencia de esa sección.

Cada uno de los siguientes párrafos de la sección de discusión comienza describiendo un área de debilidad o fortaleza del documento. Luego evalúa la fuerza o debilidad vinculándola a la literatura relevante. Los párrafos de discusión a menudo concluyen describiendo una forma inteligente e informal de percibir la contribución o discutiendo direcciones futuras que pueden extender la contribución.

Por ejemplo, el primer párrafo puede resumir los resultados, centrándose en su significado. Los párrafos del segundo al cuarto pueden tratar las posibles debilidades y de cómo la literatura alivia las preocupaciones o cómo los experimentos futuros pueden lidiar con estas debilidades. El quinto párrafo puede culminar en una descripción de cómo el documento

mueve el campo hacia adelante. Paso a paso, el lector aprende así a poner las conclusiones del documento en el contexto correcto.

Proceso (Reglas 9 y 10)

Para producir un buen artículo, los autores pueden utilizar procesos y hábitos útiles. Algunos aspectos de un documento afectan su impacto más que otros, lo que sugiere que su inversión de tiempo debe ponderarse hacia los temas que más importan. Además, el uso iterativo de los comentarios de los colegas permite a los autores mejorar la historia en todos los niveles para producir un manuscrito poderoso. Elegir el proceso correcto hace que escribir documentos sea más fácil y efectivo.

Regla 9: Asignar tiempo donde sea importante: Título, resumen, figuras y esbozo

La lógica central que subyacen a una afirmación científica es primordial. También es el puente que conecta la fase experimental de un esfuerzo de investigación con la fase de escritura en papel. Por lo tanto, es útil formalizar la lógica de los esfuerzos experimentales en curso (por ejemplo, durante las reuniones de laboratorio) en un documento en evolución de algún tipo que en última instancia dirigirá el esquema del documento.

También debe asignar su tiempo de acuerdo con la importancia de cada sección. El título, el resumen y las figuras son vistos por muchas más personas que el resto del artículo, y la sección de métodos se lee menos. Presupuesto en consecuencia.

El tiempo que pasamos en cada sección se puede utilizar de manera eficiente planificando el texto antes de producirlo. Haz un esquema. Nos gusta escribir una frase informal para

cada párrafo planificado. A menudo es útil iniciar el proceso en torno a las descripciones de cada resultado; estos pueden convertirse en los encabezados de la sección en la sección de resultados. Debido a que la historia tiene un arco general, cada párrafo debe tener un papel definido en el avance de esta historia. Este papel se examina mejor en la etapa de esquema para reducir la desperdiciación de tiempo en párrafos de redacción de palabras que no terminan encajando en la historia general.

Tabla 1. Un resumen de las diez reglas y cómo saber si se están violando.

Regla

1: Céntrate en una gran idea

2: Escribe para humanos ingenuos

3: Usar el contexto, el contenido y la estructura de la conclusión

4: Optimizar el flujo lógico

5: Resumen: Resumen compacto del papel

6: Introducción: Por qué es importante el documento

7: Resultados: Por qué se justifica la conclusión

8: Discusión: Adelantar las críticas, dar impacto en el futuro

9: Asignar tiempo sabiamente 10: Iterar la

historia

Firma que se ha violado

Los lectores no pueden dar un resumen de 1 frase.

Los lectores no "entienden" el periódico.

Los lectores preguntan por qué algo importa o qué significa.

Los lectores tropiezan con una pequeña sección del texto.

Los lectores no pueden dar el "tono del ascensor" de su trabajo después de leerlo.

Los lectores muestran poco interés en el periódico. Los lectores no están de acuerdo con su conclusión.

Los lectores se quedan con críticas y/o preguntas sin respuesta en su mente.

Los lectores tienen dificultades para entender tu contribución central a pesar de haber trabajado duro.

La contribución del documento es rechazada por los lectores, editores o revisores de la prueba.

Regla 10: Obtener comentarios para reducir, reutilizar y reciclar la historia

La escritura puede considerarse un problema de optimización en el que se mejora

simultáneamente la historia, el esquema y todas las oraciones componentes. En este contexto, es importante no apegarse demasiado a la escritura de uno. En muchos casos, destrozar párrafos enteros y reescribir es una forma más rápida de producir un buen texto que la edición incremental.

Hay múltiples signos de que es necesario trabajar más en un manuscrito (ver Tabla 1). Por ejemplo, si usted, como escritor, no puede describir todo el esquema de un documento a un colega en unos minutos, entonces claramente un lector no podrá. Necesitas destilar aún más tu historia. Encontrar tales violaciones de la buena escritura ayuda a mejorar el papel en todos los niveles.

Escribir con éxito un artículo suele requerir la aportación de varias personas. Los lectores de prueba son necesarios para asegurarse de que la historia en general funcione. También

pueden dar información valiosa sobre dónde parece que la historia se mueve demasiado rápido o demasiado lento. Pueden aclarar cuándo es mejor volver a la mesa de dibujo y volver a contar toda la historia. Los revisores también son extremadamente útiles. La retroalimentación no específica y las revisiones poco entusiastas a menudo implican que los revisores no "consiguieron" la línea de la historia general. La retroalimentación muy específica generalmente señala lugares donde la lógica dentro de un párrafo no era suficiente. Es vital aceptar esta retroalimentación de una manera positiva. Debido a que la aportación de otros es esencial, una red de colegas útiles es fundamental para hacer que una historia sea memorable. Para mantener esta red funcionando, asegúrese de pagar a sus colegas leyendo sus manuscritos.

Debate

Este artículo se centró en la estructura, o "anatomía", de los manuscritos. Tuvimos que pasar por alto muchos puntos más finos de la escritura, incluida la elección de palabras y la gramática, el proceso creativo y la colaboración. Un documento sobre la escritura nunca puede estar completo; como tal, hay un gran cuerpo de literatura que trata cuestiones de la escritura científica [9,10,11,12,13,14,15,16,17].

El estilo personal a menudo lleva a los escritores a desviarse de una estructura rígida y conservada, y puede ser una delicia leer un artículo que dobla las reglas de forma creativa. Sin embargo, al igual que con muchas otras cosas en la vida, es necesario un dominio completo de las reglas estándar para doblarlas con éxito [18]. Al seguir estas directrices, los científicos podrán dirigirse a un público amplio, hacer un puente sobre las disciplinas y permitir la ciencia integradora de manera más

efectiva. Agradecimientos

Tomamos nuestro propio consejo y buscamos comentarios de un gran número de colegas durante todo el proceso de preparación de este documento. Nos gustaría agradecer especialmente a las siguientes personas que dieron comentarios particularmente detallados y útiles:

Sandra Aamodt, Misha Ahrens, Vanessa Bender, Erik Bloss, Davi Bock, Shelly Buffington, Xing Chen, Frances Cho, Gabrielle Edgerton, múltiples generaciones de la escuela de verano COSMO, Jason Perry, Jermyn See, Nelson Spruston, David Stern, Alice Ting, Joshua Vogelstein, Ronald Weber.