

## Proceso de Examen para la formación docente

### Transcripción

**EXAMINADOR DE QUÍMICA:** Tal como podemos ver en esta práctica de Biología sobre enzimas titulada “Comparación de la bromelina y papaína en su acción sobre la proteína”, se sugiere que el profesor agregue en la versión final del trabajo todas las anotaciones que considere pertinentes, mientras evalúa los distintos aspectos de cada criterio. Esto es importante desde tres puntos de vista:

Por un lado, estas anotaciones permiten que el propio docente pueda hacer una evaluación más precisa del trabajo y llegue a la puntuación más apropiada para ese criterio.

Por otra parte, permiten una estandarización interna con otros docentes del área en el colegio. Esto es sumamente importante en instituciones con muchos alumnos, donde hay distintos profesores a cargo de cursos que realizan la misma asignatura en el mismo o distintos niveles. Recordamos que los criterios son los mismos para el Nivel Medio y el Nivel Superior. Esto también permite una moderación entre las distintas asignaturas de Ciencias.

Finalmente, las anotaciones que brinde el docente serán de gran ayuda al momento de la moderación externa, para entender cuál ha sido la lógica detrás de la puntuación asignada.

Consideraremos entonces los trabajos con los docentes de Biología, Física y Química para analizar los distintos criterios de evaluación.

Una pregunta que los docentes suelen hacerse es: “¿Qué peso tiene la originalidad en un trabajo para obtener la puntuación máxima en ‘Compromiso personal’?”.

**EXAMINADOR DE BIOLOGÍA:** Recordamos que el criterio “Compromiso personal” se evalúa holísticamente y, por lo tanto, hay muchos aspectos que se pueden evidenciar a lo largo de todo el trabajo, más allá de que el tema no sea inédito.

Les propongo analizar el trabajo de Biología con un poco más de detalle. El alumno se compromete con la exploración y la hace propia. Si bien se trata de una experiencia bastante clásica de enzimas, que compara la acción de la bromelina y la papaína, el alumno explica el porqué de la elección del tema y muestra una relación con el mundo real al abordar un tema local. Específicamente, el alumno explica que el interés por estas enzimas se relaciona con su presencia en frutos nativos de su país y el uso medicinal que estos tienen en la comunidad local.

**EXAMINADOR DE FÍSICA:** Se nota el compromiso personal a través de la manera en que se presenta y explica el tema. Hay verdaderamente un interés personal por el tema del país y la medicina, y hay curiosidad al plantearse la pregunta. No conozco suficiente el tema para saber si esta práctica es original o estándar, así que doy el beneficio de la duda al docente.

**EXAMINADOR DE QUÍMICA:** La elección del tema me parece interesante y el enfoque que le da para determinar la actividad de las enzimas demuestra originalidad. A lo largo de la investigación, se demuestra iniciativa y compromiso, desde el diseño de la metodología y el tratamiento de los datos obtenidos hasta la elaboración de conclusiones a partir de estos.

**EXAMINADOR DE BIOLOGÍA:** Totalmente de acuerdo en que no solo se basa en la elección del tema, sino, como bien planteáis, en todo el proceso de investigación. Por ejemplo, se trabaja con suficientes muestras, y el uso de colores en las tablas y gráficos para diferenciar los tres grupos experimentales demuestra iniciativa en la presentación de la investigación, ya que ayuda a visualizar los resultados.

Por lo tanto, concordamos con la puntuación de 2 asignada por el docente para el criterio “Compromiso personal”.

Vamos a ver los cuatro aspectos dentro del criterio “Exploración”, donde el equipo de estandarización no pudo apoyar la puntuación del docente en el trabajo de Biología.

El primer aspecto a tener en cuenta dentro de este criterio es, según se indica en el descriptor, la identificación del tema de la investigación y la descripción con claridad de una pregunta de investigación pertinente y totalmente bien centrada.

En este trabajo, la pregunta de investigación no está del todo centrada, ya que, si bien el alumno plantea la diferencia en la actividad de las enzimas bromelina y papaína sobre el colágeno, midiendo el porcentaje de cambio en la masa de la gelatina, se trabaja con jugos de piña y papaya sin indicar cuál es la concentración de las enzimas en esos extractos; o sea, no se trabaja con enzimas “puras” y se desconoce su concentración en los jugos.

**EXAMINADOR DE QUÍMICA:** Yo aquí veo que la pregunta de investigación sí está bien centrada. El problema lo veo a la hora de controlar la variable independiente, ya que la elección de los jugos no le permite controlar la concentración de enzimas.

**EXAMINADOR DE BIOLOGÍA:** Muchos docentes se preguntan qué significa que una pregunta de investigación sea pertinente y esté totalmente bien centrada.

**EXAMINADOR DE QUÍMICA:** En la pregunta de investigación, debemos visualizar la variable independiente y la variable dependiente. Se debe mencionar el rango de valores para la variable que se manipula y cómo se relacionan ambas variables.

**EXAMINADOR DE BIOLOGÍA:** El segundo aspecto del criterio “Exploración” se enfoca en la información de referencia que se proporciona para la investigación, que, más allá de ser adecuada y pertinente, debe mejorar la comprensión del contexto de la investigación.

En nuestro trabajo de enzimas, la información de referencia es adecuada y permite una buena comprensión del contexto de la investigación. El alumno explica la presencia de las enzimas en frutos y la acción de las peptidasas sobre las cadenas de colágeno en la gelatina. Sin embargo, el alumno no indica la composición química de la gelatina a utilizar, más allá del nombre comercial.

**EXAMINADOR DE FÍSICA:** Aquí yo asignaría la banda 3-4 también, porque considero que se pudo haber explicado la conexión entre el cambio de masa y la actividad de las enzimas, incluyendo más detalles sobre la interacción entre proteína y enzima. Aunque sea obvio para los biólogos, creo que no estaría de más; le daría más claridad a la introducción y conectaría las variables con la información de referencia.

**EXAMINADOR DE QUÍMICA:** Para mí la información que presenta es pertinente: explica el proceso de desnaturalización del colágeno, que se relaciona con la posterior pérdida de masa de la gelatina. Estoy de acuerdo con el examinador de Biología en que sería interesante conocer la composición de la gelatina, para poder explicar posibles anomalías que se detecten durante la experimentación.

**EXAMINADOR DE FÍSICA:** Pasemos entonces a la metodología de la investigación, o sea, al tercer aspecto del criterio “Exploración”. El descriptor nos indica que la metodología debe ser adecuada para abordar la pregunta de investigación y debe considerar los factores importantes que pueden influir en la pertinencia, la fiabilidad y la suficiencia de los datos obtenidos.

**EXAMINADOR DE BIOLOGÍA:** Veamos entonces la metodología de trabajo propuesta en la investigación de Biología y el efecto de las enzimas bromelina y papaína sobre la gelatina. La metodología de la investigación es, en su mayor parte, adecuada para abordar la pregunta de investigación, pero tiene limitaciones:

Si bien se identifican variables a controlar, como ya se ha indicado, se trabaja con jugos de fruta de piña y papaya, y no con enzimas puras cuya concentración esté identificada.

Por otra parte, no se mencionan la temperatura ni el pH, ni cómo se controlan estas variables, a pesar de ser factores de gran influencia sobre la actividad enzimática.

El alumno es consciente de la necesidad de un grupo de control, para el cual utiliza agua destilada.

Se indican los materiales a utilizar y se explica ligeramente cómo se obtienen los jugos y cómo se prepara la gelatina (aunque solo se brinda el nombre comercial y no se aclara su composición).

Se explica cómo se obtienen los resultados. Se trabaja con un grupo de control y dos grupos experimentales, con diez muestras cada uno, lo que permite obtener suficientes datos experimentales.

**EXAMINADOR DE QUÍMICA:** La metodología es adecuada, aunque echo de menos el control del pH y no sé si el agua destilada es la mejor elección para usar como control. Yo hubiera optado por alguna solución en la que no existan las enzimas, o agua del grifo; en definitiva, que contenga sales.

**EXAMINADOR DE FÍSICA:** Para el aspecto del método, yo otorgaría una puntuación de 4 o 5.

**EXAMINADOR DE BIOLOGÍA:** Finalmente, se mencionan algunas medidas de seguridad básicas y no muy detalladas (bata de laboratorio y cuidados al agarrar la olla para evitar

quemaduras), y cuestiones ambientales en lo que respecta a evitar el desperdicio de fruta y comida. Esto hace al último aspecto del criterio “Exploración”.

**EXAMINADOR DE BIOLOGÍA:** Recordemos que, cuando tenemos distintos niveles de logro para los diferentes aspectos de un criterio, debemos compensar para que la puntuación sea la que refleje más justamente el logro general respecto del criterio. Por lo expuesto en los cuatro aspectos que hacen al criterio “Exploración”, podemos ver que el trabajo se encuentra en el extremo superior de la banda media, por lo que se asigna una puntuación de 4 y no se puede apoyar la puntuación de 5 del docente.

**EXAMINADOR DE QUÍMICA:** Una pregunta que suele surgir es si se deben incluir siempre cuestiones de seguridad, éticas y ambientales.

**EXAMINADOR DE FÍSICA:** Primero, hay que aclarar que todo trabajo debe cumplir con las recomendaciones y requerimientos de seguridad, que se encuentran en la guía de la asignatura, y las directrices sobre el uso de animales publicadas por el Bachillerato Internacional, más allá de las regulaciones locales. Dicho esto, cuando la investigación no genera riesgos, como el uso de simulaciones o bases de datos, no es relevante hacer mención a las cuestiones de seguridad y no son evaluadas, si bien se valora que el alumno manifieste esto en su informe. Sin embargo, en las investigaciones de laboratorio que utilicen materiales que conllevan mayor cuidado de uso y de disposición final, se espera que se presente un análisis bien detallado de los riesgos y las medidas de mitigación, y que, sobre todo, se cumplan estas medidas durante el trabajo que se lleve a cabo.

**EXAMINADOR DE BIOLOGÍA:** Por ejemplo, en el trabajo de Biología, el alumno explica la necesidad de lavar el cuchillo para no contaminar las muestras; sin embargo, no tiene en cuenta el riesgo que puede presentar trabajar con un material filoso y ni siquiera menciona el riesgo del uso de material de vidrio. Por lo expuesto, la puntuación del equipo de estandarización es 4.

Pasemos entonces al criterio “Análisis”, que evalúa las pruebas de que el alumno ha seleccionado, registrado, procesado e interpretado los datos de manera que sean pertinentes para responder a la pregunta de investigación y que puedan respaldar una conclusión.

Veamos el primer aspecto de este criterio en el trabajo de enzimas. O sea: se incluyen suficientes datos brutos cuantitativos y cualitativos pertinentes.

Por un lado, se describen observaciones cualitativas al analizar fotografías, aunque estas no son muy claras.

**EXAMINADOR DE FÍSICA:** La calidad de las imágenes debería más bien considerarse en el criterio “Comunicación”.

**EXAMINADOR DE BIOLOGÍA:** También se registran datos brutos cuantitativos en tablas con unidades e incertidumbres.

**EXAMINADOR DE QUÍMICA:** Recordemos que los datos brutos deben estar presentados con unidades e incertidumbres en el cuerpo principal del texto. Cuando el volumen de datos sea muy grande, se espera que se presente una muestra significativa de los datos recolectados para luego mostrar el procesamiento que se hizo. En la medida en que sea pertinente, se espera que el alumno también presente observaciones cualitativas.

**EXAMINADOR DE BIOLOGÍA:** El segundo aspecto hace referencia al procesamiento de los datos. Como vemos en el trabajo de Biología, el procesamiento de datos incluye el porcentaje en cambio de masa, cálculo de promedio y desviación estándar, con muestra de cálculo.

Se incluye un gráfico de barras con barras de error que representan una desviación estándar. El eje x no está correctamente rotulado, ya que se trabaja con jugos, por lo que “Tipo de enzima” no sería adecuado —esto se tiene en cuenta en el criterio “Comunicación”.

**EXAMINADOR DE FÍSICA:** Estoy de acuerdo.

**EXAMINADOR DE BIOLOGÍA:** El análisis estadístico incluye una prueba  $t$ , que se explica e interpreta correctamente, pero solo se comparan los dos jugos. No se compara con el grupo de control para ver si el efecto de la “enzima” es significativamente distinto al del agua destilada.

En cuanto al efecto de la incertidumbre de las mediciones, se tiene en cuenta tanto en la tabla que registra los datos brutos como en la presentación de las barras de error en el gráfico, explicándolo en el texto como la variabilidad de los datos. Recordamos que la biología es una ciencia natural, no exacta.

La interpretación de los resultados incluye la comparación del valor experimental de  $t$  con el valor crítico (con la limitación mencionada anteriormente de no comparar con el grupo control) y cierto análisis que se hace del gráfico 1.

Por el análisis de los cuatro aspectos, podemos entender que el trabajo se ubica en la banda superior, y se apoya la puntuación de 5 otorgada por el docente.

**EXAMINADOR DE FÍSICA:** Estoy de acuerdo con el 5 otorgado. Hay suficientes datos con incertidumbres y se procesan adecuadamente, incluida una incertidumbre en la respuesta final. El gráfico es acertado para el tipo de datos y se analiza correctamente.

**EXAMINADOR DE QUÍMICA:** Según lo que observo, el alumno obtiene suficientes datos cuantitativos y realiza un análisis completo de los datos cualitativos, apoyándose en la observación y mostrando fotografías de las muestras tratadas.

El procesamiento de datos y la representación gráfica resultan básicos, pero son correctos. Se presentan los datos procesados con sus correspondientes incertidumbres, mostrando las barras de error en el gráfico.

Desarrolla una interpretación completa de los datos obtenidos, explicando y justificando la variación de masa de la gelatina, y la completa con el análisis de los datos para descartar la hipótesis nula a través de la prueba  $t$  de Student. La puntuación 5 es correcta.

**EXAMINADOR DE BIOLOGÍA:** Pasemos entonces al criterio “Evaluación”, que evalúa en qué medida el informe del alumno aporta pruebas de que este ha evaluado la investigación y los resultados con respecto a la pregunta de investigación y al contexto científico aceptado.

En el trabajo, el alumno describe una conclusión a partir de los datos experimentales. Para esto se analizan los resultados de porcentaje de cambio en masa. Se explica que el grupo expuesto al jugo de papaya no arrojó los valores esperados a pesar de contener enzimas proteolíticas.

Se busca dar una explicación biológica y justificar los resultados obtenidos, así como la diferencia entre el jugo de piña y el de papaya, mediante información general sobre las enzimas en cuestión publicada en la literatura, contexto científico aceptado, que se cita en la bibliografía.

En cuanto a los puntos fuertes y débiles de la investigación, se mencionan como fortalezas los bajos valores de la desviación estándar, la suficiente cantidad de datos recolectados y el buen control de las variables. Sin embargo, como se mencionó durante la moderación de la exploración, hubo en realidad varios factores que no se tuvieron en cuenta; por ejemplo, no solo no se controló la temperatura, sino que ni siquiera se hizo un seguimiento de la misma.

En lo que respecta a los puntos débiles, se mencionan algunas limitaciones, como no tener en cuenta la concentración de las enzimas en los jugos, la presencia de otras enzimas y la falta de control del pH.

En cuanto al aspecto de sugerencias, se mencionan algunas mejoras, pero no se da suficiente detalle; por ejemplo, se indica mejorar la investigación con el uso de “enzimas puras” en las “mismas concentraciones” sin explicar cuáles serían dichas concentraciones y en qué se basaría la elección.

Por otro lado, la ampliación de la investigación no está suficientemente detallada. Se propone utilizar “enzimas proteolíticas que tengan diferentes mecanismos de acción sobre la proteína” sin mayores detalles. La otra propuesta es el uso de papaya verde y piña madura, por poseer mayores concentraciones enzimáticas, pero como se indica en el mismo trabajo, tampoco se controlaría la concentración de las enzimas.

Se puede decir, entonces, que hay suficientes pruebas para ubicar a la evaluación en la banda superior de los niveles de logro, pero la omisión de considerar algunas limitaciones y la falta de detalle en las sugerencias de mejora y ampliación hacen que no se pueda apoyar el 6 otorgado por el docente y se califique este criterio con un 5.

**EXAMINADOR DE FÍSICA:** La conclusión es adecuada para la pregunta. El alumno no comenta nada sobre la gran variación del porcentaje de cambio de masa en la papaya (que mostraba la tabla 2).

**EXAMINADOR DE QUÍMICA:** Enuncia una conclusión correcta basada en los datos experimentales, que justifica con ayuda de la información de referencia aportada. Indica varias posibles vías para explicar por qué el colágeno en presencia del jugo de piña se desnaturalizó más que en presencia del jugo de papaya, y descarta algunas de ellas sobre la base de la bibliografía aportada.

Analiza los puntos fuertes y débiles; explica a qué se han debido y aporta posibles soluciones. La concentración y la presencia de otros tipos de enzimas y el pH pueden interferir en la desnaturalización del colágeno. Propone ampliaciones de la investigación interesantes, que pueden ampliar la información del comportamiento de la actividad enzimática. Estoy de acuerdo con la puntuación de 5 en este criterio.

**EXAMINADOR DE BIOLOGÍA:** Podemos decir que, en líneas generales, la presentación del trabajo es clara. El informe es prolijo. El encabezamiento de las columnas no siempre es preciso.

El informe está bien estructurado, aunque la presentación de la pregunta de investigación debería detallarse al inicio del informe (y recién se presenta en la página 2).

El informe es pertinente y relativamente conciso. Si bien el cuerpo principal del texto se encuadra dentro de las 12 páginas, el lenguaje es a veces repetitivo.

El uso de convenciones y terminología específicas de la asignatura no siempre es adecuado y correcto. Esto incluye:

-Inconsistencia en el número de decimales en la tabla.

-El eje x del gráfico no está correctamente rotulado. Como se mencionó anteriormente, el rótulo "Tipo de enzima" no corresponde, ya que en realidad se comparan diferentes jugos.

-Los términos "masa" y "peso" son conceptualmente distintos.

Por lo anteriormente expuesto, el equipo de estandarización estuvo de acuerdo con los 3 puntos otorgados por el docente.

**EXAMINADOR DE FÍSICA:** De acuerdo con el 3.

**EXAMINADOR DE QUÍMICA:** El trabajo es claro y está bien estructurado. Utiliza un lenguaje adecuado y pertinente. Las tablas y gráficos que se utilizan para mostrar los datos brutos y procesados son correctos y fáciles de leer. Aparecen algunas incoherencias en el número de cifras significativas, en la tabla de datos procesados, pero es un error menor. Las fotografías de las muestras de gelatina se pueden mejorar. Es correcto el 3.

**EXAMINADOR DE BIOLOGÍA:** Por lo que hemos visto, entonces, el docente ha otorgado un total de 21 puntos, mientras que el equipo de estandarización ha logrado sostener 19 puntos.

Muchísimas gracias a los examinadores que nos han acompañado hoy en este diálogo y en esta charla tan amable.

**EXAMINADOR DE FÍSICA:** Encantada de participar.

**EXAMINADOR DE QUÍMICA:** Ha sido un placer, y espero que os sirva de ayuda todo este material.