Machine Translated by Google

# Un fenómeno basado en Física

Sonido Luz Calor

Volumen 1 para el grado 6



Manfred von Mackensen

Machine Translated by Google

# A
# Basado en fenómenos
# Física

## Sonido Luz Calor

Volumen 1 de 3

para

## Grado 6

Manfred von Mackensen

Waldorf PUBLICATIONS

Machine Translated by Google

# Sonido Luz Calor

Electricidad, Magnetismo y Electromagnetismo,
Mecánica, Hidráulica y Aerodinámica como Materias
en un
Introducción a la Física 6.º
a 8.º grados

Volumen 1 de 3
para

# Grado 6

por
Manfred von Mackensen

Departamento de Investigaciones Pedagógicas
Unión de Escuelas Waldorf Alemanas

Kassel, Alemania Occidental, 1992

traducido y editado por John H. Petering
agosto de 1994

Machine Translated by Google

Impreso con el apoyo del Fondo Curricular Waldorf

Publicado por:
Publicaciones Waldorf en la
Instituto de Investigación para la Educación Waldorf
38 calle principal
Chatham, Nueva York 12037

Título: Una física basada en fenómenos: sonido, luz, calor: grado 6
Autor: Manfred von Mackensen

Editores: David Mitchell y John Petering
Traducción: John Petering

Copyright original alemán 1987, 1992 de Manfred von Mackensen,
Kassel, Alemania Occidental
Primera impresión © 1994 por Publicaciones AWSNA

Edición revisada © 2017
ISBN#978-1-943582-21-1

Diseño: Ann Erwin
Correctora: Melissa Merkling
Portada: Sombras de la luna en la playa durante el eclipse solar
22 de agosto de 2017, este de Estados Unidos

Traducción no revisada por el autor.
Toda la responsabilidad de la traducción recae en el traductor.

Permiso otorgado para su uso por parte de la comunidad docente Waldorf de habla inglesa.
Todos los demás derechos reservados.

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse de ninguna forma sin el permiso previo por escrito del editor, excepto breves extractos.

Machine Translated by Google

# Tabla de contenido

Introducción

Prefacio. . . . . 7
Enseñanza, Tecnología y Vida. . . . . 8
El panorama de la ciencia. . . . . 10
Ciencia alternativa: ¿no, gracias? . . . . . 14
Psicología del desarrollo . . . . . dieciséis
Métodos Pedagógicos. . . . . 19
Al maestro . . . . . 20

Descripción general del sexto grado . . . . . 26

Acústica de grado 6

Acústica Nacida de la Música. . . . . 29
Sobre el Origen de los Tonos. . . . . 33
La Laringe. . . . . 41
Descripción general unificada. . . . . 44
Literatura sobre acústica. . . . . 45
Experimentos en Acústica (Ac). . . . . 46
Sinfónico – Coral
Tonos individuales – Musicales
Otros órganos del sonido

Óptica Grado 6

¿Cómo debemos buscar el conocimiento? . . . . . 48
Lecciones iniciales. . . . . 50
Ver y el sol. . . . . 63
Brillo y Sombra. . . . . 74
Experimentos en Óptica (Op). . . . . 83

Machine Translated by Google



## Calor de grado 6

Introducción al calor. . . . . 88
Del metal fundido al hielo. . . . . 88
"Poniendo Aglow y Dying Glow". . . . . 90
Imágenes para Calor. . . . . 91
Aislamiento térmico . . . . . 92
Experimentos en Calor (Él). . . . . 94

## Electricidad Grado 6

Introducción . . . . . 99
La Historia de la Electricidad. . . . . 99
Cómo surge y desaparece. . . . . 100
Conductores y Aisladores. . . . . 102
¿Qué es la electricidad? . . . . . 103
Imágenes para Electricidad. . . . . 104
Más experimentos con electricidad. . . . . 105
Experimentos en Electricidad (El). . . . . 107

## Magnetismo de grado 6

Introducción . . . . . 111
Magnetismo natural. . . . . 111
Magnetización. . . . . 111
Desmagnetización. . . . . 112
Brújulas. . . . . 113
Declinación Magnética. . . . . 113
Inclinación magnética. . . . . 114
Experimentos en Magnetismo (Mag). . . . . 116

Notas finales . . . . . 118

Machine Translated by Google

# Introducción

## i. prefacio

Los siguientes capítulos describen un área seleccionada de la enseñanza—la física—los contenidos, las reflexiones iniciales, sí, incluso toda la construcción del material didáctico y muchos métodos de enseñanza, todos extraídos del cofre del tesoro de la pedagogía Waldorf. Pero, simplemente trabajando en las descripciones de un tema de física individual dadas aquí, alguien ajeno a la metodología Waldorf difícilmente puede lograr intimidad con toda esta pedagogía. Y, sin embargo, sólo a partir de este todo pueden surgir o estar disponibles tales detalles (por ejemplo, las lecciones de física).

Lo que aquí se presenta sólo puede ser una especie de indicación de este conjunto, que al principio permanece abierto y desconocido. Al mismo tiempo, este material puede servir como estímulo también para los esfuerzos pedagógicos de aquellos que no están familiarizados con la pedagogía Waldorf. El presente material podría incluso ser útil desde diversos puntos de vista, por ejemplo, para encontrar experimentos de física poco conocidos.

Aun así, a pesar de estos obstáculos, los conceptos fundamentales del enfoque Waldorf de las ciencias naturales deberían llegar a un público más amplio. Sin duda, estará en el espíritu de las ideas preconcebidas del autor y del grupo de trabajo aquí en Kassel (la base de todo este proyecto), incluida su comprensión de las teorías científicas, la psicología del desarrollo y los puntos de partida comerciales, en la medida en que una introducción pueda hacer comparaciones con ideas contemporáneas.

Aunque este libro por sí solo no es realmente una introducción a los fundamentos de la pedagogía Waldorf, ni siquiera puede desarrollar completamente una base científica para nuestro enfoque, debemos intentar resaltar nuestra comprensión preliminar, que se ha utilizado eficazmente, y llamar la atención sobre ella. en el contexto de la literatura contemporánea sobre educación científica. Los puntos de partida de nuestro trabajo deben hacerse visibles; de este modo, los lectores escépticos podrán seleccionar algo útil, probarlo y tal vez hacer que tenga sentido más temprano que tarde.

Quien sea nuevo en este tema, o inicialmente quiera ahorrarse una discusión sobre la teoría científica fundamental y la psicología educativa (posiblemente muchos lectores), quizás podría leer sólo la sección final de este capítulo introductorio: “VII. Al Maestro”, que resume muchos puntos teóricos y prácticos. Después de eso, podrían experimentar con los distintos esquemas de lecciones de un enfoque de la física basado en fenómenos. Así, tendrán los ejemplos necesarios.

Machine Translated by Google



delante de ellos, y luego puede volver a leer el resto de los antecedentes de este enfoque para estudiar las ciencias, especialmente la física.

[Nota: Las siguientes secciones han sido resumidas de la discusión detallada de von Mackensen, ya que la mayoría de los autores educativos y filosóficos citados no son muy conocidos en los países de habla inglesa. Para una crítica completa de los fundamentos filosóficos presentados por el Dr. Mackensen, una traducción completa de su introducción está disponible en la cámara de compensación de Publicaciones Waldorf previa solicitud, sin costo.]

## ii. enseñanza, tecnología y vida

Básicamente, cada vez tenemos menos éxito guiando a los jóvenes en el aprendizaje y el trabajo, tanto en la escuela como en casa. La educación se le escapa a esta generación; ¡aunque la cantidad de trabajo científico que se les ha asignado es mayor que nunca!
Las elaboradas reformas, la asignación de recursos financieros y una administración dedicada en las escuelas no han ayudado al conjunto. Es evidente que ni los modos de pensamiento analítico, técnico ni jurídico se relacionan verdaderamente con aquellos aspectos más profundos del ser humano capaces de transformarse y aprender. Las fuerzas humanas que permiten a las personas formar su espiritualidad, avivar su alma y permitirles crecer, se encuentran claramente en otro reino del modo de pensar científico moderno.

Los propios escritores educativos señalan la necesidad de una reorientación de la enseñanza de las ciencias para hacerla relevante para la vida diaria de las personas, en vista de la "falta de impacto de una enseñanza de las ciencias de orientación técnica, que intenta abordar el proceso de enseñanza y aprendizaje utilizando la [ métodos cuantitativos] inventados por esa misma ciencia…" (Duit 1981) El hecho de que las escuelas no sean fácilmente reformables con medios tecnocráticos se debe al hecho de que "la primera fase de la reforma fue... demasiado ajena a los niños, se desvió hacia criterios científicos abstractos... Junto con Ante un desempleo creciente y estructuralmente arraigado, el principio de competencia se desplaza hacia grados cada vez más bajos. Y, a medida que las escuelas permiten que se introduzcan estos modos selectivos y competitivos, sólo aumenta el empobrecimiento de los estudiantes en términos de experiencias sociales, conexiones emocionales y posibilidades de aprendizaje llenas de sentimientos.

"Después del descubrimiento de posibilidades para el aprendizaje temprano, surgieron los programas de enseñanza basados en el desempeño, los períodos de clase minuciosamente planificados (con una conducta docente bien planificada y la conducta esperada de los estudiantes) y mayores demandas de más contenidos y más temas científicos técnico-profesionales en la educación. las lecciones. Para nuestra consternación hoy, en realidad establecemos el aislamiento y la alienación del ser humano". (Silkenbeumer 1981) Quizás podamos explorar más a fondo este contraste entre el brillante y bien definido mundo de la ciencia y el oscuro y menos comprendido conscientemente.

Machine Translated by Google



mundo de la vida, aunque de forma viva, utilizando caracterizaciones abiertas y siempre teniendo en cuenta toda la gama de la actividad humana.

Otra descripción de cómo estos dos principios del mundo de la vida y de la ciencia se infiltran en todo se da en las últimas grandes cartas de Erich Fromm.
Los caracteriza como “tener” y “ser”: “De hecho, para alguien para quien tener es la forma principal de relación con el mundo, las ideas que no pueden ser precisadas (escritos) fácilmente son aterradoras, como todo lo que crece. , cambia y, por lo tanto, no es controlable”. (Fromm 1976) Después de mostrar cómo las crisis actuales de la humanidad surgen de la ideología de la fijación y el tener, Fromm describe cómo el mundo tecnológico moderno promueve un carácter de marketing, personas que “se experimentan a sí mismas como una mercancía... cuyo éxito depende en gran medida de qué bien se venden en el mercado” y, dedicados a perseguir el lado cuantitativo de la vida, se alejan de su entorno vital y de sí mismos. “Lo más sorprendente, a primera vista, es que el Hombre se haya convertido en dios porque ha adquirido la capacidad técnica para una segunda creación del mundo, reemplazando la primera creación por el Dios de la religión tradicional... Los seres humanos, en En el estado de su mayor impotencia real, en relación con la ciencia y la tecnología se imaginan ser omnipotentes”. (De 1976a)

Si evitamos las indicaciones pedagógicas de Fromm, aún podemos valorar sus observaciones y puntos de vista y notar nuevamente que son importantes para toda la humanidad, para todos. Así pues, lo admita o no, la educación también está en tensión entre estos polos de “tener” y “ser”, o entre cuestiones convergentes y divergentes.
(Schumacher 1979)

Los problemas convergentes son de un tipo que pueden abordarse y converger hacia una solución estable simplemente aplicando más tiempo, inteligencia o recursos (incluso sin fuerzas vitales superiores, una conciencia más amplia o experiencia personal).
Tratar problemas divergentes con más estudio sólo produce más polaridad.
requieren un nivel más elevado de ser, más allá de la mera lógica, donde se pueda trascender la aparente oposición de polaridades. Un ejemplo clásico es encontrar los métodos educativos adecuados, donde la fórmula o respuesta correcta aparentemente nunca se encuentra en las ideas opuestas de más forma versus más autonomía. Las cuestiones divergentes implican un ámbito superior, que incluye tanto la libertad como la experiencia interior directa.

Todos debemos hacer frente a nuestro mundo científico; su desarrollo es necesario para una conciencia libre. Pero ahora nos desafía a encontrar sus límites para que el entorno de vida, la sociedad y el espíritu humano puedan respirar. Este problema es verdaderamente el problema más profundo y global de nuestro tiempo. Dentro de la ciencia, los desafíos nos llevan a nuevas teorías científicas y existen muchas y diversas iniciativas, pero solo con

Machine Translated by Google



magros resultados hasta el momento. (Indicaremos nuestra relación con cada una de estas iniciativas a continuación.) Cuando nuestro pensamiento dentro del mundo viviente es desafiado, puede conducir al goetheanismo, a una fenomenología rica en ideas vivas. Pero las meras preocupaciones en el mundo de los vivos sólo conducen a la mitología.

## III. el panorama de la ciencia

### certeza presunta versus vida

En los últimos años se han publicado muchos artículos que tratan sobre la filosofía de la ciencia (¿Cómo conocemos el mundo?). Los profesores de ciencias adoptan los mismos hábitos de pensamiento positivistas y bien aceptados que los escritores más técnicos, presumiendo que los métodos cuantitativos convencionales nos brindan un conocimiento real de la naturaleza. Sin embargo, si profundizamos en lo que muchos escritores de filosofía de la ciencia dicen sobre esto, lo que emerge no es tan sencillo ni claro.

La pregunta fundamental es: ¿Cuál es la relación entre nosotros y el mundo exterior? Esta es una de las cuestiones fundamentales de la filosofía. Muchos filósofos como Descartes, Kant y Goethe han luchado con la cuestión.

¿Tiene mi mente (alma, espíritu) alguna conexión real con mi cuerpo (el mundo de la materia)?

Incluso los educadores contemporáneos reconocen las sutilezas de esta relación: “Lo que la investigación científica logra, en el mejor de los casos, no es una simple descripción de la realidad. La teoría de la ciencia ha demostrado que el investigador no sólo está entrelazado con sus experimentos y los aparatos de medición que utiliza, sino que también (de una manera mucho más sutil pero potente) está entrelazado con todo su marco teórico y mental, con sus propios conceptos y forma de cuestionar, con sus definiciones e hipótesis.”1 (Wieland 1981) Y en la propia física del siglo XX se han producido resultados exactos que no iluminan una realidad clara, y de hecho nunca lo harán. La Interpretación de Copenhague sobre la teoría cuántica (1926) llevó tempranamente a un destacado físico a decir “… la realidad es otra, depende de si observamos o no… y debemos recordar que lo que observamos no es la Naturaleza misma, sino la naturaleza”. como se expresa en nuestra forma de interrogatorio”. (Heisenberg 1959; ver también KF von Weizsäcker 1971)

Esta conciencia, que comenzó primero en la física y ahora se extiende a muchos otros campos, nos obliga a reconocer que nuestra relación con el mundo no es tan simple como podríamos haber pensado. Aunque hay innumerables maneras de considerar la naturaleza, para nuestro camino la imagen de la naturaleza que desarrollamos plenamente se desarrolla y madura sólo a través del ser humano; el ser humano no es superfluo. Nuestras ideas preconcebidas (lo que T. Kuhn

Machine Translated by Google



(llama a nuestro paradigma o marco de lo que consideramos “mundo”) importan mucho: condicionan el carácter mismo de lo que se nos ocurre. Si realmente pensamos en ello, la realidad misma que la ciencia supone no puede considerarse como algo real “ahí afuera”, con nosotros mismos como algo separado, una especie de espectador; más bien su realidad consiste en nuestra relación mutua y conexiones íntimas con el mundo.

### ¿la única autoridad?

Si bien es cierto que la literatura convencional no pretende ser el único método válido, al menos no explícitamente, esta actitud se implementa en el sentido de que los hábitos empíricos o positivistas son aceptados e implícitos en la forma en que se llevan a cabo la ciencia y la enseñanza. En realidad, algunos educadores han estado muy cerca de abordar estas cuestiones, y sus ideas son significativas no porque planteen un problema particular, sino porque discuten estándares de lo que es “buena” ciencia.

Por lo general, suponen que nuestro conocimiento y teorías se relacionan con un mundo objetivamente material preexistente. Y “lo que da certeza [a este método] es un camino claramente marcado de regreso a la evidencia de los datos”. (Jung 1982) Esto supone un aspecto de los fenómenos separado de nuestra conceptualización, que es parte de un mundo objetivo, que existe antes de que pensemos en los fenómenos. De modo que la “realidad” debe consistir en una colección de fenómenos básicos (es decir, todas nuestras percepciones en el mundo viviente) que sea accesible a todas las personas.

Entonces, la pregunta fundamental es: ¿Existe algún tipo de mundo objetivamente material preexistente “allá afuera” y nuestras observaciones nos llevan “aquí adentro” (en mi mente) a pensar en ello y formular teorías y comprenderlo? ¿Son los “fenómenos” algo independiente de mí, preexistente, o son en realidad los fenómenos mi experiencia de una relación entre yo y el mundo, que despiertan y salen a la luz en el ser humano que percibe y contempla? Ésta es una pregunta muy complicada, sutil pero muy importante.

### fortalezas de la ciencia moderna

Por otro lado, desde una visión pragmática, la gente deja de lado las cuestiones de si el conocimiento es “real” y supone que la tarea de las ciencias naturales es simplemente reproducir una imagen de esta capa de la realidad con la mayor precisión posible y organizarla. de forma comprensible. Entonces, incluso si una concepción previa subjetiva y un paradigma mundial históricamente relacionado juegan un papel, entonces la imagen que construimos (ciencia natural moderna) tendría las siguientes fortalezas:

Machine Translated by Google



- El camino desde la teoría hasta los fenómenos se puede recorrer claramente utilizando conceptos comprensibles, como es necesario, ya que este método sólo se ocupa del aspecto de los fenómenos comprensibles en categorías cuantitativas pensables. Así, todo este constructo será comprensible.
- A medida que vamos más allá de la mera aceptación de una invención y la mera En esta aplicación para construir teorías de inmensa amplitud al más alto nivel, la intuición atrevida y audaz juega un papel importante. Tales ideas abren posibilidades ilimitadas de actividad y escolarización al intelecto humano. Por tanto, el conjunto es inspirador.
- Al aplicar dichas teorías y métodos al trabajar con la naturaleza, surge la tecnología; No necesitamos discutir su efectividad. Una ciencia así es utilizable.

Incluso si no se toma toda la gama de teorías científicas como una verdad general objetiva, la mayoría de la gente siente que, de hecho, logran lo mejor que podrían lograr las personas y para ellas, con los medios a su disposición. Aunque podría abarcar y entretejer más realidad con revisiones cada vez mejores de sus teorías, ¡no ven cómo alguien podría lograr algo más comprensible, más inspirador o más efectivo! La mayoría de la gente admite que tal ciencia natural puede no ser la única posible, pero cree que es lo mejor que se puede lograr y, por lo tanto, debería ser reconocida y apoyada por todos.

## pura percepción, un pozo sin tubería

Hemos explorado las ideas convencionales para contrastar nuestro enfoque de fenomenología o goetheanismo. Nuestro punto de partida para todo conocimiento y pensamiento es en realidad la percepción a través de los sentidos, la participación activa y la percepción a través de los sentidos humanos de un cuerpo humano vivo. Pero la percepción pura es muy difícil de alcanzar; En realidad, no podemos decir nada sobre los sentidos a menos que vayamos más allá de la sensación pura. Podemos explorar el mundo mediante percepciones, pero no podemos discutir el mundo en percepciones. Sin embargo, partimos de la percepción como relación, una relación que va mucho más allá de estos conceptos que utilizamos para discutirla, e incluso es anterior a ellos.

Pero no podemos probar esto, ya que la prueba ya va más allá de la percepción para utilizar la conceptualización. Sólo podemos tener percepción pura cuando reprimimos nuestra capacidad de formar ideas y conceptos. (Steiner 1918) Sólo la percepción pura existe per se, pero no podemos decir nada al respecto. La realidad tal como surge en el alma humana es en realidad algo santo; ¿Qué podríamos decir sobre el contenido?

Machine Translated by Google



La percepción es un producto humano, siempre una concepción previa y una teoría condicionada por el mundo viviente.

el pensamiento revive en la percepción

Alguien podría objetar: entonces toda teoría es simplemente arbitraria; pero si están claramente formulados, se relacionan con el mundo porque son técnicamente utilizables.
Respondemos: Verdadero. Los conceptos y teorías ciertamente se añaden a la percepción mediante el esfuerzo humano, pero se demuestra claramente que pertenecen al mundo si las personas se han esforzado, pero corresponden a experiencias de un lado diferente del mundo, que no se revela en las percepciones. Nuestro pensamiento es un complemento esencial de la percepción pura. Al pensar, las personas tenemos una especie de órgano para este otro lado del mundo, que es más activo cuando reflexionamos sobre el mundo de los sentidos que sobre el mundo de los pensamientos. Goethe, a diferencia de muchos pensadores modernos, entendía la percepción como una actividad conceptual particular.

paradigmas y el mundo vivo

Tan pronto como uno trasciende esta forma reduccionista de hacer preguntas y comienza a trabajar reflexivamente con el lado cualitativo de la experiencia humana, ya no existen fenómenos independientes de la teoría (percepciones organizadas conceptualmente). Los fenómenos son los aspectos del mundo en el que vivimos a través de nuestra percepción consciente. En el proceso de pensar, a través de una conciencia equilibrada, a partir de la experiencia de percibir se desarrolla naturalmente un tipo definido de actividad conceptual. Cuanto más vivamos en el lado perceptivo de este equilibrio, más hablará realmente el verdadero ser del mundo en los pensamientos y conceptos que los fenómenos nos llevan a formar. La percepción pura existe per se; Los fenómenos ya están pasando a un lado más conceptual.

Esto es importante porque las implicaciones son muy amplias y profundas. El enfoque reduccionista, que considera la mente y el yo como algo separado del mundo exterior, tiene una división implícita: “Lo espiritual y lo moral... tratados como epifenómenos... Por un lado está la vida humana con sus valores. y elecciones, por el otro, una utopía científica: el hombre como máquina”. (Jung 1981c)

decisiones individuales

Dado que no podemos probar ninguno de los métodos sólo con la lógica, debe seguir siendo una decisión libre de cada persona de qué manera desea entender su relación con el mundo: teorías sobre el mundo que permiten manipularlo, o una relación de percepción. Básicamente, sólo podemos decir que el autor tiene

Machine Translated by Google



trabajó a través de los fenómenos de esta manera, y tiene la intención de trabajar con ellos de esta manera. La tradición occidental tiende a la manipulación de la naturaleza que existe; un enfoque complementario vive más ricamente en los fenómenos y utiliza más el lado subjetivo y cualitativo de la percepción. Requiere una consideración cuidadosamente educada, equilibrada y reflexiva de los fenómenos y de nuestro proceso de formación de conceptos.

## IV. Ciencia alternativa: ¿no, gracias?

### anhelo y horror

Hemos llegado al punto más explosivo de nuestra discusión introductoria. Incluso en una de las obras más atractivas sobre métodos de enseñanza, puede suceder que cuando se trata del tema de enfoques alternativos de la ciencia, todo el estilo cambie dramáticamente: afloran ironías, predicciones nefastas y polémicas abiertas. Esto aunque o quizás simplemente porque la ciencia alternativa se convierte cada vez más en el vago objeto del anhelo de muchas personas.

El editor de Chemistry and Technology News propone: “¿Cree usted que sería posible... desarrollar un método científico racional que no persiga sólo este enfoque reduccionista de la naturaleza, sino más bien un método que considere la mayor parte del todo y simultáneamente no es útil técnicamente? Usted mismo dice que es una tarea real... ¿No podríamos al menos fortalecer la conciencia de que existe una concepción del mundo natural, científico y técnico distinta a la nuestra? ¿Hay ciertas ciencias que no están destinadas a la utilidad, pero que antes proceden de manera fenomenológica, y si las hay, no deberíamos dedicarnos a ellas? ¡No hay nada que decir más que SÍ!

Otro autor expresa alarma porque “la ciencia no son rasgos de racionalidad o libertad, ni fundamentos de la educación; es una mercancía. El propio científico se convierte en vendedor de esta mercancía, no son jueces sobre la verdad y la falsedad.... El punto de partida no es la verdad, ni el nivel más nuevo de la ciencia, ni ninguna otra generalidad vacía; el punto de partida es la equivalencia de todas las tradiciones”. (Feyerabend 1981)

El efecto anticientífico, que hoy se ha vuelto tan fuerte, surge no sólo a causa de las crisis ecológicas, político-sociales, sino que también se debe a una división en el estrato viviente del alma en conceptos científicos calculables, en una capa, y sentimientos y moral ( o animal) sobre otro, que dirige los tratos prácticos en la vida y, sin embargo, se vuelve cada vez más aislado. También va en aumento porque la gente ya no duda en hablar de esta división por “respeto” a la ciencia reconocida.

Machine Translated by Google



poderes humanos

En los últimos siglos, la visión científica de la naturaleza ha establecido sólo lo que contienen la revolución cartesiana, los métodos de Galileo, Newton, etc.: una especie de conocimiento imperialista que sirve a la orientación del ser humano hacia el control del cosmos. La razón por la que el enfoque causal-analítico de las ciencias naturales requiere una alternativa no es porque proporciona muy poca información sobre el mundo, sino porque no activa nuestras fuerzas anímicas y espirituales.

debilidades de la fenomenología

Según las ideas anteriores, hay tres cosas que la fenomenología no puede tener: no es comprensible en términos sencillos (en conceptos que se pueden definir en un marco mecánico); no ha avanzado mucho ni se ha desarrollado interiormente (no tiene 400 años a sus espaldas); no es utilizable de manera ingenuamente inconsciente, en un sentido mecánico, sin una mirada retrospectiva a toda la situación de la naturaleza.

Lo más negativo es la falta de demostrabilidad externa, sin un modo de pensar mecanicista. Esto es inevitable, ya que esta demostrabilidad surge precisamente de aquellas herramientas conceptuales que ahora deberían ampliarse y complementarse, es decir, el enfoque cuantitativo y, en última instancia, las matemáticas.

extensión de ambos métodos: propadeutica (instrucción de artes liberales)

La ciencia alternativa y la ciencia basada en reglas se complementan y ninguna posee todos los aspectos necesarios para la educación; no podemos prescindir de ninguno de los dos.
Incluso cuando podemos explorar con un enfoque cuantitativo, debemos ir hacia adentro.

Por ejemplo, en las leyes de los gases, si queremos penetrar realmente en la materia, debemos entrar en la mera fórmula $Vt = V0 (1 + 1/273 t)$. A medida que aumenta el calentamiento, el aumento de la tensión en el recipiente de gas (presión) se experimenta como un reflejo de la actividad del calor y el aumento del volumen medible.

El pensamiento analítico inicialmente crea distancia; pero luego, una conexión interna con los procesos del mundo, en la medida en que las magnitudes de la fórmula que elaboramos se sienten y experimentan internamente. Esta introspección es el punto de partida de toda investigación fenomenológica.

Si el material técnico avanzado presentado en el nivel introductorio de un plan de estudios amplio de artes liberales debe ser limitado, ¿qué debería ampliarse correspondientemente? Esto nos lleva a una base humana para un nuevo método de enseñanza: basar los temas en el desarrollo del alumno. Las preguntas entonces son: ¿En qué grado debería comenzar la física? ¿Qué ideas debería perseguir?

Machine Translated by Google



v. psicología del desarrollo:

división tradicional de física-material

En los trabajos pedagógicos de Rudolf Steiner hay muchos lugares donde señala la esencial reorientación de las lecciones al inicio de la prepubertad. Indica cómo, principalmente después del año 112/3 (6º grado), el joven separa el aspecto vivo y animado del aspecto muerto del entorno y ahora es capaz de reconocerlo. Por lo tanto, podemos estar atentos a este momento, comprender por qué el estudio de la mineralogía y la física puede comenzar entonces y relacionarnos con el creciente interés natural del joven por la vida.

descripción general del plan de estudios

En sexto grado –cuando se inician los estudios de física– la manera de ver las cosas sigue siendo fenomenológica e imaginística en todos los temas. Todavía no está abstraído en el sentido, por ejemplo, de derivar leyes generales de la naturaleza. Se excluye el método material-causal de la física escolar. Sin embargo, en séptimo grado este enfoque imaginativo comparativo ya recibe una nueva dirección. Ciertamente no hacia los modelos científicos, los átomos y similares, sino más bien hacia el trabajo, los medios de vida, las conexiones comerciales y, por tanto, hacia las aplicaciones técnicas en la vida. Dado que los jóvenes en la pubertad comienzan a distanciarse del hogar paterno, se preocupan por la pregunta: ¿Cómo puede una persona ayudarse a sí misma en el mundo a través de ideas claras?
Y, subyacente a esto: ¿Cómo puede una persona aportar algo de valor en el mundo exterior del trabajo?

Al finalizar los estudios de física de 7º grado, como tema esencialmente técnico, presentamos las teorías mecánicas involucradas con el uso de palancas. En la mecánica se combinan experimentos sencillos, sistemática científica y comprensión técnico-práctica del aparato. A partir de este tratamiento llegamos al punto de partida de la física clásica. Sin embargo, todavía no se ha logrado un tratamiento sistemático de otros temas de la física basados en esto. Incluso en octavo grado, usaremos fórmulas cuantitativas o expresables sólo en casos particulares (por ejemplo, en el tratamiento de la corriente en un circuito o en los cálculos de presión para la mecánica de fluidos del aire o del agua), pero seguirán estando relacionados con observaciones directas. en el aula.

En el noveno grado, después de haber estudiado a fondo las explicaciones material-causales del teléfono y la locomotora (por ejemplo, con diagramas de tiempo actuales, curvas de presión de vapor y comparaciones de masa térmica), este método basado en fenómenos llega por primera vez a una sistemática cuantitativa. vez sólo en el décimo grado. Allí, aunque sea cuantitativa, la visión vuelve a la

Machine Translated by Google



Ser humano: La forma en que predecimos mediante cálculos de una trayectoria parabólica se considera ahora reflexivamente como un fenómeno de conocimiento. Y sólo después de que en el 11º grado se haya trabajado la cuestión de la percepción y la realidad en lo "suprasensible" mediante el estudio de los inventos eléctricos modernos (bobina de Tesla, rayos Roentgen, radioactividad), se realizan los estudios de luz y color del bloque. en el 12º grado penetra de nuevo en un goetheanismo. Sin embargo, la metodología [y la epistemología] ahora está clara para los estudiantes.

Así, al avanzar hacia el noveno grado, el plan de estudios deja cada vez más de lado el enfoque fenomenológico, a medida que dejamos de lado cada vez más la naturaleza. Con el método analítico y el uso de instrumentos técnicos, una cadena de causalidad material y no espiritual ahora se convierte en el objetivo de las lecciones. Esto es lo apropiado aquí y, por tanto, desde el punto de vista pedagógico, un método goethiano (el goethianismo en la consideración de una secuencia de pensamiento). A partir de estos temas técnico-prácticos de 8º y 9º grado y sus implicaciones sociales, volvemos a dar la vuelta en el 10º grado y nos centramos en el ser humano pensante. El proceso mediante el cual desarrollamos el conocimiento y la relación que éste tiene con el mundo se plantea aquí como fenómeno. A través de una disposición tan cuidadosa e interconectada de pasos en física, los jóvenes estudiantes despiertan gradualmente a una exploración de sus propios métodos de conocimiento, y esa es la verdadera pregunta.

## resumen

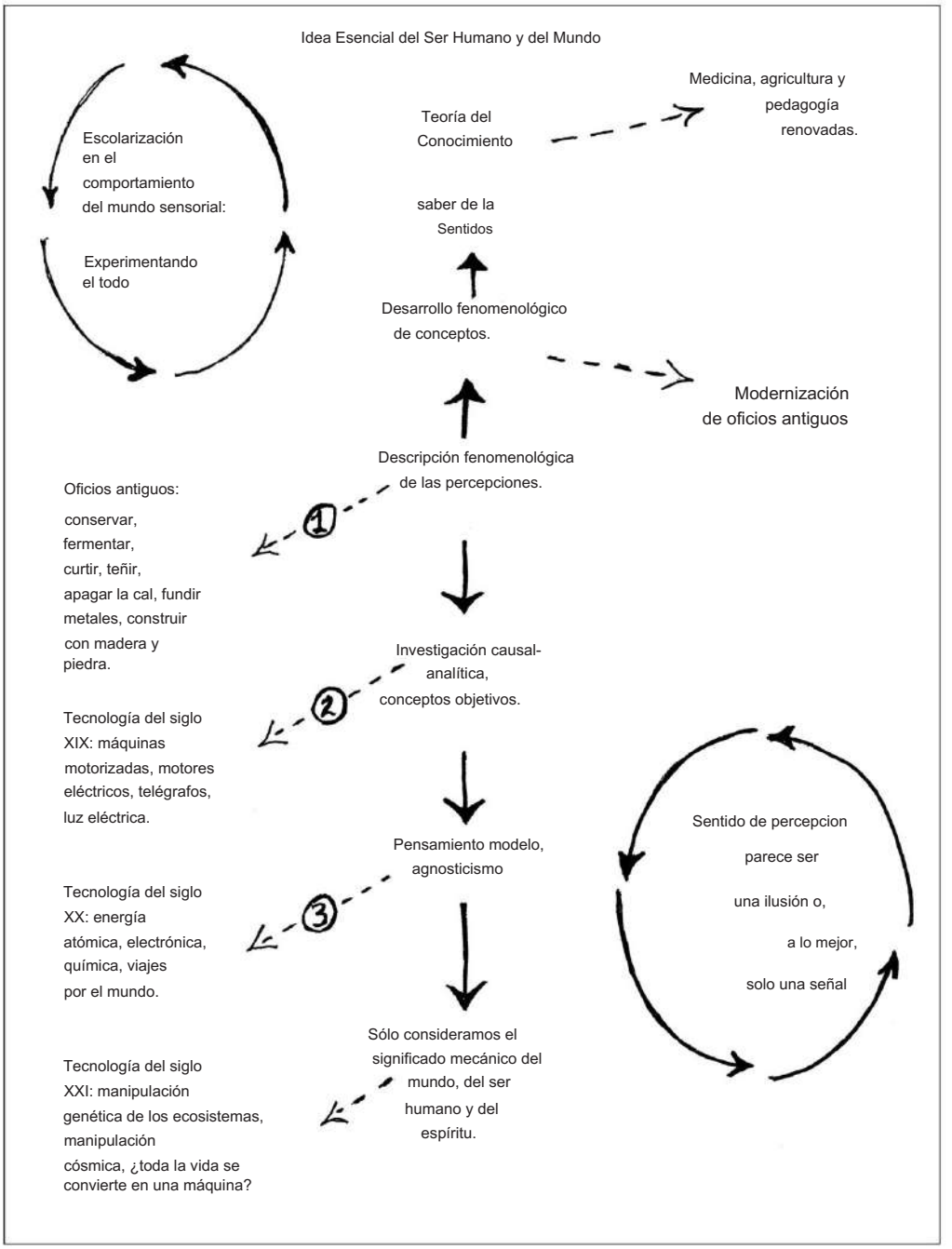
El llamado estudio abstracto de las ciencias naturales, utilizando métodos analíticos causales, en realidad se encuentra cerca de otros caminos. (ver cuadro en la página siguiente) Primero podemos considerar la experiencia general leyendo hacia abajo en la columna central: una restricción para aumentar la abstracción y los modelos, proporcionando el significado omnipenetrante del mundo y degradando la experiencia holística inicial a un reflejo engañoso, un subproducto del modelo (una ilusión). El conocimiento queda aprisionado en el círculo inferior y la gente corre de un lado a otro en una experiencia sin sentido de un mundo mecanicista causal-analítico. Desarrollan gigantescos trabajos técnicos y disfrutan de todo lo que aman.

Por el contrario, trabajar hacia arriba en la derecha es una profundización de una forma fenomenológica de considerar el mundo, que lleva a las personas a comprender verdaderamente quiénes son y, por lo tanto, construye una base para un nuevo enfoque del espíritu: una experiencia holística. Disfrutan de lo que descubren. Con esto observamos como el 6to grado inicia con conocimientos holísticos; el noveno grado pasa al pensamiento causal-analítico pero aún no a los modelos; y el pensamiento mecánico en el décimo, donde nos detenemos.

Machine Translated by Google



Dos caminos de las ciencias naturales contrastados.



Machine Translated by Google



vi. métodos pedagógicos

Hoy en día, las ciencias naturales se dedican a sacar a la luz hechos y utilizarlos técnicamente. Que la investigación cause una impresión en el público depende de la utilidad de estos hechos y de lo que se pueda producir a partir de ellos. El método analítico es impresionante y muestra el significado fundamental de lo investigado. Pero, ¿cómo va el saber?

Para unificar y ordenar los innumerables hechos, los físicos construyen teorías y modelos conceptuales, por ejemplo, el modelo ondulatorio de la luz. Saben, en principio, que todo modelo tiene limitaciones y que, sobre todo, siempre hay fenómenos que lo contradicen. Un modelo se aplica sólo a ciertos fenómenos; para otros, es necesario construir un modelo contrastante para el mismo tema. De modo que, ciertamente, no surge ningún conocimiento del todo. Sin embargo, los modelos científicos como las teorías de la luz o el concepto del átomo (que nunca tocan la esencia de la materia) son comúnmente vistos como la esencia, o al menos como pasos hacia lo esencial, tanto en la visión popular como en la conciencia científica. . Al pensar esto pasamos por alto el hecho de que las preguntas sobre la “esencia” quedan completamente fuera de las categorías de la física, no pueden incluirse en ellas y tampoco pueden ser respondidas por ellas.
Sin embargo, para el estudiante cada modelo es naturalmente tomado como una respuesta a preguntas esenciales, una declaración sobre el fundamento de la existencia, ¡aunque los estudiantes no estén preguntando conscientemente sobre ello! El estudiante no puede apreciar realmente la estrechez de este tipo de respuestas, ya que aún no comprende el papel que desempeña el pensamiento puro en la formación de las concepciones del mundo, ni cómo se relaciona con él una actividad libre del ser humano. El alumno se orienta más a la percepción.

Sin embargo, las concepciones abstractas que no se derivan de los fenómenos se convierten en conceptos erróneos: como si no fueran inventados por nosotros, sino más bien como seres burdamente materiales o también como seres mágicos que encontramos y luego creemos que son la causa final de todo lo que existe. . Y así, los fenómenos dan lugar a una mala comprensión ontológica de la física2 [mal comprensión de la naturaleza del ser o de la realidad].

El trabajo científico natural de Goethe, tal como lo presentó Rudolf Steiner, desarrolló una forma cualitativa poco conocida de observar la naturaleza y ahora produce y amplía constantemente una literatura de goetheanismo y fenomenología. Este camino concreto construido alrededor de una relación con cualidades de percepción realmente llevará a la realidad al ser humano que percibe. Debido al estilo de enseñanza típico de los últimos años de la escuela primaria, existe una necesidad fundamental de métodos científico-naturales cualitativos, ya que sólo éstos intentan trabajar de acuerdo con lo esencial, trabajar precisamente sobre aquellas cuestiones profundamente experimentadas en esta etapa. de vida. La pregunta

Machine Translated by Google



La cuestión de si tal enfoque promueve una comprensión completa puede permanecer abierta, pero ciertamente es más completa que la que promueven los modelos. Para nosotros, el valor pedagógico del esfuerzo del maestro y de su actividad espiritual interior supera el valor del mero conocimiento.

### dos caminos hacia la naturaleza

Esto sugiere dos métodos de concepción de la naturaleza (y, por tanto, también del mundo), que al principio no están relacionados, a saber: (1) el método material-causal, que quiere encontrar un modelo de la causa última mediante el análisis de la materia, que se cree que yace. en la base, y (2) el método goethiano de fenomenología, que busca ordenar percepciones ricas de la naturaleza como totalidad. Estas dos formas de acercarse a la naturaleza están contenidas en el plan de estudios del Dr. Steiner. Sin embargo, no los mezcló ni los presentó intercalados unos con otros.
Más bien, los encontramos organizados en el currículo con lo analítico siguiendo a lo fenomenológico; el objetivo es ubicarlos en un contraste evaluable para el 12º grado.

## vii. al maestro

### preparación saludable y no saludable

Este libro ha sido escrito precisamente para aquellos que no lo recibirán primero: los estudiantes. Sin duda los docentes lo recibirán, quizás con un suspiro de alivio. Puede parecer que contiene una gran cantidad de material de física, cuidadosamente empaquetado y en espera de ser utilizado como conceptos preensamblados, escondidos en un congelador. La impresión que he tratado cuidadosamente de crear, para que tal vez sea comprendida más tarde, es que tal esperanza no puede realizarse a través de un libro; ¡Y si pudiera, debería estar prohibido! Los estudiantes no viven de las cosas de un libro, sino de la iniciativa de los maestros y de su lucha espiritual y perseverancia para abrirles un camino sobre cómo ver el mundo. Así como el maestro aprende, los estudiantes aprenden. Quien domine bien la materia (sabiendo que no sólo debe ordenar las cosas de nuevo, sino también descubrir nuevos aspectos de la misma) podrá enseñar a partir de una experiencia espiritual directa: llegará interiormente a la clase. Para que la física aquí abordada abarcara esta dimensión, era necesario, por un lado, facilitar la materia al profesor, para que pudiera expresarse con palabras, y, por otro lado, también era necesario ponérsela difícil al profesor. maestro. Este desafío viene de mí, ya que sólo puedo entender el alcance completo del material en ciertos términos científicos y pedagógicos.

Machine Translated by Google



Siguiendo los principios de Goethe y en el espíritu de la teoría del conocimiento del Dr. Steiner, una persona debe prestar atención a los fenómenos de la naturaleza y simultáneamente prestar atención a la actividad interna y las experiencias del ser humano [que percibe]; entonces la persona debe intentar liberarse de las rígidas etiquetas [mentales] de “partículas”, “ondas” y “energías”. Las ideas nuevas y básicas son de gran valor para profundizar en la naturaleza, pero son radicalmente diferentes de los conceptos tradicionales de la física escolar y de una comprensión convencional y materialmente dispuesta.

Mi ideal sería dejar de lado las definiciones rápidas en términos foronómicos [movimiento puramente mecánico] y conducirlo todo hacia conceptos abiertos, aparentemente indeterminados. Qué “es” la luz, qué es el sonido “en realidad”, cuál es “la base” del calor: todo esto no puede aclararse sin más, sino que debe lograrse mediante observaciones y reflexiones experimentadas por parte del profesor y de los alumnos. . Recurrimos al propio juicio perspicaz del lector. (Compárese con el concepto de Goethe: Anschauende Urteilskraft, “poder perceptivo de contemplar”).

Es evidente que las clases de física no deberían ser simplemente una lista de puntos del gran libro de autoridad científica, sino que deberían ser espontáneas, sin límites desde el principio a preguntas que impliquen únicamente mediciones cuantificables. Naturalmente, esto requiere mucho, a saber: una forma alternativa de pensar, el mayor sentido de orientación individual posible y un conocimiento de los fenómenos. Sólo en la medida en que este texto busque alcanzar objetivos tan difíciles, se debería permitir que aparezca. Una recopilación fácil y práctica de conocimientos escolares obvios (siempre que sean buenos) es sólo una ayuda para el maestro que ya se encuentra en una situación desesperada; sin embargo, subestima precisamente estas necesidades más profundas de los estudiantes.

Además de ayudar a una búsqueda espiritual personal, directa y sin trabas, de conocimiento, la enseñanza tiene, naturalmente, un lado más ordinario: también debemos proporcionar a los estudiantes un conocimiento real del pensamiento y las actividades cotidianas de nuestra civilización tecnológica. Para ello el profesor necesita información refinada y preparada. Por eso he entrelazado algunas de estas indicaciones en el texto principal y también he proporcionado algunos temas relacionados. Allí podemos ver cómo podemos trabajar sin modelos científicos abstractos e hipótesis tan alejadas de los fenómenos.

### experiencias con este metodo

Mientras tanto, han surgido interesantes experiencias docentes de colegas que recibieron este libro simplemente porque la física era nueva para ellos. En los peores casos, los estudiantes dijeron: "Eso fue, ciertamente, todo muy lógico", lo que significa que los fenómenos ya estaban claros (no conducían a fenómenos previamente desconocidos). Por un lado, estaban demasiado poco cautivados por las maravillas del mundo; por el otro, no se les plantearon suficientes preguntas difíciles.

Machine Translated by Google



Ahora bien, esto plantea varias cuestiones. Los estudiantes tienen razón: las nuevas facetas del mundo deben mostrarse en efectos maravillosos y hasta ahora desconocidos. A los estudiantes les gusta sumergirse en manifestaciones de la actividad vivaz de fuerzas extrañas, les gusta ver cosas que se pueden conjurar con una simple manipulación. Cada vez que el profesor los sorprende con fenómenos inesperados, ¡eso les impresiona!
El lado manipulador y perceptible del mundo debe pasar a primer plano. Es cierto que sin una reflexión despierta sobre los experimentos se fomentaría cierta superficialidad y desconsideración. Sin embargo, hago algunas presentaciones directas y sorprendentes. Pero, al ocuparnos del lado perceptivo de las cosas, no debemos descuidar el aspecto del pensamiento.

Al arte de la experimentación pertenece también el arte de la conceptualización. Una persona se ubicará perceptivamente en los fenómenos cotidianos y, a partir de su propia reflexión cuidadosa, formará nuevos conceptos para construir completamente sobre los fenómenos. Entonces los experimentos que parecen triviales ya no parecerán meramente lógicos, sino que, percibidos con nuevos ojos, permitirán al pensamiento alcanzar las ideas operativas de la naturaleza para que realmente hablen. (ver el ensayo de Goethe sobre las plantas, sobre su “ver” la planta arquetípica) No debería suceder, como suele suceder en la física convencional, que el profesor simplemente presente cómo se supone que deben verse las cosas. El goetheanismo como pronunciamiento sigue siendo mera semántica.

La física convencional, por un lado, se basa en formas de pensamiento cotidianas que tienen vida propia y, por tanto, se arraigan fácilmente en los estudiantes. Por otro lado, cuanto más tenga el maestro los fundamentos del goetheanismo en sí mismo, utilizándolos y experimentándolos aún en los días en que no los enseña, más capaz será de extraerlos de los fenómenos más simples y darles forma. una base permanente en el alma de los estudiantes.

Usar un libro para mostrar la manera de hacerlo es, naturalmente, arriesgado. En las peores situaciones, podría dar la impresión de que el material propuesto es demasiado infantil y que el material de 6.º grado ya debería haberse hecho en 5.º grado porque carece de pensamiento causal. Por supuesto, los estudiantes de doce años (séptimo grado) ya deberían practicar un pensamiento que se basa en los vínculos o relaciones convincentes entre fenómenos específicos. Sólo nos queda intentar desarrollar un pensamiento más libre que un pensamiento que explique las apariencias a partir de procesos de la materia que se supone constituye el sustrato de la realidad. Esto se mostrará particularmente en la sección sobre luz.

Machine Translated by Google



lenguaje inusual

Es necesario en 6º y 7º grado, y algo en 8º, que los alumnos se sumerjan en el aspecto cualitativo de las cosas. De este modo, su experiencia recibe una orientación hacia la objetividad, no a través de abstracciones analíticas, sino en una expresión cuidadosa y en la conexión con los fenómenos.
Si uno quiere trabajar de esta manera, necesita expresiones y un lenguaje que abarque el lado emocional de la experiencia. El cultivo unilateral de las facultades cognitivas, básicamente sólo elementos de instrucción racionales y objetivos únicamente en el ámbito cognitivo, no tiene en cuenta y descuida el lado del sentimiento y del hacer del ser humano. El estudiante aprende conocimientos individuales. Pero los sentimientos no se expresarán, desarrollarán ni diferenciarán: “El sentimiento de aprendizaje sin sentido se convierte a menudo en un sentimiento de vida sin sentido, la semilla de una orientación depresiva”. (Fischer-Wasels 1977) A través de la enseñanza abstracta, el deseo de una realidad emocional puede conducir a una división de la personalidad. Como en muchos de estos artículos, se requiere un tema rigurosamente restringido y, en el caso de las ciencias naturales, una consideración profunda de los fenómenos. [ver en los EE. UU., la decisión del proyecto curricular del PSSC de enfatizar fenómenos simples con aparatos simples – Trans.]

Como muestra la experiencia, tal restricción del contenido científico será de poca ayuda si un nuevo arte de pensamiento –un lenguaje diferente y una manera experiencial de trabajar conectado con los fenómenos– no reemplaza simultáneamente la simple consideración de un fenómeno tras otro. . Sólo se puede poner algo más, no nada, en lugar de un pensamiento abstracto que se ha convertido en cientificismo. Este “algo diferente” debería abarcar la experiencia completa del ser humano, no sólo nuestras facultades conceptualizadoras. Es decir: ¡En el contenido del curso son necesarios nuevos conceptos fundamentales! El lenguaje técnico no es suficiente.

Lo que se intenta en este libro es utilizar un lenguaje que una el sentimiento con lo conceptual. Pero este es el principal inconveniente para las personas con formación profesional. Más que una iluminación de las percepciones reales, esperan combinar definiciones y conceptos purificados de cada aspecto experiencial (por ejemplo, foronomía o cinemática; movimiento sin consideración por las unidades reales). Ya desde el punto de vista pedagógico, no podemos estar de acuerdo con este objetivo. Por lo tanto, debemos intentar intercalar estos elementos instructivos racionales y emocionales, no sólo como un condimento, sino más bien para sacarlos de las cosas que tenemos a mano. Desde las percepciones más fundamentales hasta los pensamientos más abarcadores, es importante hablar siempre con todo el ser humano y mirar verdaderamente los fenómenos concretos del mundo hasta el final. Esto conduce necesariamente a conceptos e indicaciones no convencionales y abiertos.

Machine Translated by Google



Tenemos en cuenta que estos conceptos fundamentales nuevos y abiertos tienen su origen en percepciones saturadas de sentimiento, conducen a pensamientos significativos y tienen una estructura que puede evaluarse como resultado de su relación con las percepciones reales. No se trata de un complejo de sentimientos que surgen de algún tipo de evaluación subjetiva, sino de elementos de la ciencia, [un proceso consciente]. La plena seriedad de la tarea de la enseñanza de la física, tal como se presenta aquí, funcionará como un estímulo cuando uno tenga la idea de que los conceptos centrales por los que nos esforzamos no apuntan a un embellecimiento infantil del tema estéril de la naturaleza con todo tipo de subjetividad, sino que nuestro objetivo es abrir una nueva realidad científica a partir de nuestras percepciones personales, por modesto que sea el comienzo aquí presentado.

Podrías notar que los nuevos conceptos en la sección sobre la luz están un poco más desarrollados hacia una fenomenología goetheana. Con el calor, especialmente en sexto grado, un enfoque tan goethiano sería impresionante pero también se vuelve más difícil de comprender. La acústica en el sexto grado también se organiza en torno a ideas poco convencionales, y solo en los grados siguientes se familiarizará más. Pero en acústica estos nuevos conceptos no adoptan una forma tan inusual como en los estudios de iluminación. La electricidad y el magnetismo se presentan de manera cualitativa y conducen a conceptos formados de una manera particular, aunque estos siguen siendo principalmente formas vacías, aún sin llenar mucho de lo que es convincente o germinal. En mecánica, menos aún hemos comenzado con un tratamiento experiencialmente claro de la fuerza y la presión (hidromecánica).

Se trata de una búsqueda de una comprensión que toma como punto de partida al ser humano. Para vivir un modo de enfoque tan nuevo, es necesario hablar de la orientación epistemológica en una obra extensa, ampliamente respaldada por puntos filosóficos y antropológicos que aquí apenas comenzamos.

Y, sin embargo, el físico no estaría libre de una profunda inquietud, pues, en lugar de estudiar los gratificantes avances científicos de este siglo, aparentemente los hemos abandonado en favor de una nueva consideración de Aristóteles. Si esto es necesario, algo que soportar o simplemente una tontería, no se puede determinar a partir de conceptos, sino sólo en el propio encuentro íntimo con las percepciones.

Si de vez en cuando recurro a conceptos de los escritos del Dr. Steiner, esto debería proporcionar a quienes estén familiarizados con su trabajo un medio rápido para seguir leyendo. Sin embargo, el germen del método fenomenológico y lo que por tanto es útil en la enseñanza no dependen de estos referentes. Por lo tanto, espero también invitar a muchos profesores no Waldorf a realizar contribuciones útiles.

Machine Translated by Google



## El diseño del libro y la abreviatura del material.

Con respecto a la estructura de esta serie de tres libros para los grados 6, 7 y 8, puedo decir que sigue la secuencia de los grados 6 a 8. Las descripciones experimentales, con algunas excepciones, se extraen del texto y se insertan después de los capítulos individuales. . En el Libro 3 se adjunta una lista de equipos y, como posible profundización, algunos temas complementarios.

La extensión del material presentado a menudo excede lo que se puede manejar en un bloque, especialmente si un profesor lo presenta por primera vez y no está familiarizado con muchos de los fenómenos. Sin embargo, no se debe omitir un tema entero, como por ejemplo el que suele quedar último: el magnetismo. Se desea al menos una experiencia central de cada tema.

Al intentar acortar este programa de estudios, el profesor tendrá dificultades, ya que he intentado desarrollar cada tema cuidadosa y exhaustivamente a partir de los fenómenos más simples y así establecer una línea de pensamiento hacia las ideas fundamentales. De este modo ha entrado en juego una cierta sistematización. Cada proposición está preparada y también demostrada a partir de la anterior. Una forma tan estructurada es indispensable para que el profesor le introduzca en una nueva forma de ver; de lo contrario, no tendría suelo sólido bajo sus pies para futuras preguntas de los estudiantes. Debe poder basar sus concepciones, cuidadosamente consideradas, en un amplio campo de percepciones. Es diferente para los estudiantes: ciertamente quieren evaluar y establecer, no a través de un proceso de construcción cuidadosamente controlado, sino a partir de ideas que surgen del círculo de sus propias experiencias. Ciertamente quieren pistas y, en ocasiones, conciencia de que los conceptos que se les enseñan son buenos juicios y están bien fundamentados. Pero no buscan sistemática ni pruebas, sino más bien un pensamiento experiencial, primario y espontáneo, no una piedra angular para la prueba. Por supuesto, se deben dar pruebas y el maestro debe saberlo, pero no debe sermonear incesantemente después.

De esta manera queda claro cómo podemos abreviar: Disponer de la sistemática para el profesor; desechar la mitad de los experimentos. Lo que al maestro le parece más comprensible, más característico, queda como un residuo. Lo que se omite se puede recordar con grandes pinceladas y pensamientos resumidos. Para los pocos estudiantes que desean una estructura sistemática definida, o que quieren material para reflexiones complejas y aman el pensamiento resumido abstracto, se puede entretejer mucho más material de base sistemática. En los experimentos no se debe aportar demasiado ni omitir demasiado. Para cada experimento, debe haber tiempo para elaborarlo con amor, para presentarlo en su plenitud.

Machine Translated by Google

# Descripción general del sexto grado

## indicaciones curriculares

Después de ese bosquejo seco de las bases para un enfoque basado en fenómenos y un esquema curricular, consideremos ahora las indicaciones curriculares de Rudolf Steiner específicas para el sexto grado. En la edición de 1969 de Gabert & Niederhäuser hay una lista de seis puntos clave:

(1) Comenzamos la enseñanza de física en el sexto grado de tal manera que combinemos con todo lo que los niños han logrado a través de la enseñanza de música.
(2) Comenzamos las lecciones de física permitiendo que la acústica nazca del musical.

(3) También vincula completamente la acústica con el estudio de los tonos musicales y luego pasa a una descripción del carácter de la laringe humana.
(4) Es posible que aún no describas aquí el ojo humano, pero puedes describir la laringe.
(5) Luego pasamos a la óptica y la ciencia del calor, en el sentido de que sólo se abordan las cosas más importantes.
(6) También se deben entender los conceptos fundamentales de electricidad y magnetismo. traído a la clase de sexto grado. 3

## cómo se desarrolla el estudio a lo largo del año

Según esto, la física no debería estudiarse en absoluto en el sentido habitual: es decir, físicamente; más bien, debería abordar el musical de una manera adecuadamente amplia. En resumen, la acústica no sólo se construirá a partir del musical, sino que nacerá de él. Este “dar a luz” debe convertirse en una experiencia en las lecciones; es decir, debemos trabajar claramente en cada uno de los pasos individuales. Dar a luz significa: Inicialmente, la acústica es una con la música, luego la acústica se separa, sin separarse.
Con esto no nos referimos a la música en general, sino a “lo que los niños han logrado [hecho suyo] a través de las clases de música”, eso que se ha convertido en capacidades musicales en el alma de los niños, y también se ha convertido en conceptos (curriculum musical).
Junto a esto, debemos pensar en el “estudio de los tonos musicales”.

El segundo punto de partida temático y metodológico al que se dirige la acústica debería ser la discusión sobre la laringe. Con ello se introduce algo

Machine Translated by Google



que podría verse como un tema de física ordinaria, a saber: la génesis de los tonos (y ciertamente incluyendo cómo los forma el ser humano en la construcción de instrumentos, en las artes teatrales y en un órgano de teclado); también, en menor medida, temas de expansión, reflexión y atenuación del sonido (que se abordarán con mayor profundidad en grados posteriores).

La acústica se convierte en física en el sentido de que conecta lo audible con otros sentidos y datos externos y además no se limita, como el estudio puro del sonido, al mero oído. La acústica aquí no debe basarse en fenómenos naturales.
por ejemplo, del ruido de la madera, del susurro del agua, pero de fenómenos culturales. El sonido y el suspiro del mundo es algo derivado.
Lo más primitivo, abarcador y elevado del mundo que escuchamos es lo musical; es el todo del que debemos partir. El poder creativo y originario de la música, que viene de la antigüedad, se canta, por ejemplo, en el Kalevala como el canto y el toque de la kantela o la lira.

La descripción de la laringe, cuyo estudio se indica a continuación, conduce más hacia una región que, como tal, aún no es un fenómeno natural muerto, sino que, como la música, recibe función y sentido a través de la actividad y la intención humanas.

La indicación curricular finaliza con una mera enumeración de los temas a tratar además. Se da una serie que conduce primero a la óptica; Es cuestionable si la teoría del color está incluida en la “óptica”. La óptica escolar convencional de la época de Steiner introdujo la génesis del color más hacia el final de la clase.
Quizás este primer bloque de física no debería ocuparse en absoluto de la óptica del color, sino más bien de los habituales temas introductorios a la física, como por ejemplo las llamadas fuentes de luz y la expansión de la luz, que sólo se consideran de otro modo.

Desde cierto punto de vista, la música surge entre el espíritu y el alma; experiencias ópticas y cromáticas entre el alma y el cuerpo; el calor surge entre el cuerpo y lo físico; y finalmente, la electricidad se origina bajo las fuerzas físicas. Este camino de encarnación, mencionado en el orden de los temas indicado por el Dr. Steiner, puede repetirse en muchos de los subtemas en los que una persona pasa de las conexiones inclusivas (música) a las características objetivas, por ejemplo, a la cuerda. longitud que determina un solo tono.

Sin embargo, es característico que, sobre todo, incluso los aspectos físicos del tono musical no sean enteramente materiales. Porque no se trata de números como cantidades con unidades de medida, como kilogramos o metros, sino de relaciones numéricas, independientes de la magnitud absoluta. Las unidades se simplifican, dejando por lo general proporciones adimensionales (fracciones) de números enteros pequeños.

Machine Translated by Google



Allí nos vinculamos con el bloque de historia griega. Para la gente de esta cultura precristiana, la realidad era el elemento formal, la forma hermosa y bien proporcionada, no la sustancia. La música se expresa en verdadera proporción (el intervalo) en pequeños números enteros, que son completos en su simplicidad. Esto debió interesar a los griegos y se adapta bien a esta fase de la vida en sexto grado. Si en sexto grado se intenta mantener a los estudiantes libres de una ciencia objeto prematura y de experimentos técnicos derivados de ella, al final los estudiantes notarán genuinamente la falta de explicaciones mecanicistas y explicaciones técnicas experimentales. Les parece que a esta física de sexto grado le falta algo: el maravilloso aparato que saca a la luz lo invisible del mundo y que nuestro mundo luego "explica". Porque el dogma cultural prevaleciente ha tenido durante mucho tiempo a los niños en su poder, inculcándoles subconscientemente la idea de que, a partir de sus propias percepciones y de un intelecto humano sano, nunca podrán alcanzar el conocimiento del "fundamento de la existencia".

Estos pensamientos son inevitables para muchos estudiantes de hoy. Sin embargo, se puede hacer un ajuste con el capítulo sobre electricidad. Allí, todo se hace visible naturalmente a través de aparatos y demostraciones llamativas, y tales acciones son muy adecuadas. Si es necesario se puede dar más peso al estudio de la electricidad. Para muchos estudiantes (no sólo los aficionados) es el tema más interesante del bloque.
Si queremos los experimentos más encantadores, entonces quizás omitamos He4b, He5 y He6 y, posiblemente, utilicemos el experimento de estudiante He10 del grado 7, dependiendo de las necesidades de los estudiantes.

Para que se entienda la didáctica, hable como preparación en las noches de padres. Y uno puede ayudarse a sí mismo dando el bloque como una nueva unidad cerca del comienzo del sexto grado, y no posponiéndolo para más adelante en el año.

Machine Translated by Google

# Acústica de grado 6

## i. Acústica nacida de la música.

### 1.1 sonidos de cuerdas agudos y profundos

Si es posible, yuxtaponga un contrabajo, un violonchelo y un violín; luego, sin ningún tipo de explicación a simple vista, damos a los estudiantes una percepción directa de las diferencias entre uno y otro. Luego se podría escuchar varias veces una selección de un cuarteto de cuerda (quizás tocado para los estudiantes por el maestro de la clase o los tutores de música), con el desafío de observar lo siguiente sobre la altura y profundidad de los tonos:

- ¿Qué instrumento suena con la secuencia de tonos más rápida, es decir, el elemento melódico más pronunciado?
- ¿Qué instrumento muestra preferencia por hacer sonar el ritmo lento con fuerza y certeza?
- A continuación, observe cómo se activa la mano. No es el movimiento del arco lo que altera el tono, pero la mano izquierda lo hace en una colocación o trémolo sorprendentemente difícil.

Al mismo tiempo observamos:

- ¿En qué instrumento estos movimientos de los dedos son ligeros y fáciles? ¿Se ejecutan y dónde se convierten en movimientos de brazos que inician grandes oleadas de música y toman más tiempo?
- Observe el movimiento de vaivén del arco (con el contrabajo, los golpes son amplios, enfáticos, potentes y, a menudo, silenciosos).

También observamos que, a diferencia del violonchelo y el contrabajo, el violín se basa en un tamaño corporal diferente. Sería importante que los niños recibieran una imagen mental exacta (quizás también experimentaran) cómo se sostiene cada instrumento. Es posible que algunos ya lo sepan por sus experiencias en clases de instrumento.

Luego, escuchamos mientras se tocan los instrumentos individuales. El contrabajo produce para nosotros una música muy extrema en el extremo de los tonos graves y en el violín más agudo.

Machine Translated by Google



Los tonos producen un extremo superior. (Compare los extremos de la naturaleza: el paso pesado de los caballos de granja, el gorjeo de los pájaros más pequeños). Comparamos no sólo los tonos agudos y graves, sino también la música aguda y grave. Y, las cosas así descubiertas las conectamos nuevamente con las otras percepciones sensoriales y también notamos las consecuencias de, por ejemplo, el tamaño del instrumento, los diferentes movimientos al tocar, la posición del instrumento en el cuerpo, etc. (Además, contraste las cualidades que percibimos). sentirse conducido a una música "más encarnada" y "menos encarnada").

Al dejar atrás lo melódico y llegar a los tonos más altos, ellos nos sacan del mundo terrenal, nos "excarnan". Junto con los cambios rápidos y los movimientos rápidos y vivaces de los tonos medios, despiertan al hombre superior.
Mediante el uso musical correcto se sostiene la excarnación: la conciencia crece.

Por el contrario, los tonos bajos nos llevan a una experiencia de lo terrenal y poderoso, nos encarnan en la voluntad. Su correcto uso musical fortalece nuestra fuerza de acción, nuestra resolución. Si se aplica incorrectamente, puede aprisionar la voluntad o agitarla (por ejemplo, el fondo de tambores de la organización juvenil de masas del estado totalitario, la música rock). Por el contrario, los tonos débiles y los tonos profundos que se prolongan lentamente tienden a hacernos dormir. Así pues, ambas gamas de tonos tienen sus lados claros y oscuros, sus posibilidades especiales y sus peligros.

Aún quedan algunos temas por abordar, tal vez en la época de la música, como por ejemplo la profesión del músico, la tecnología de los instrumentos y también la historia cultural del constructor de violines. 1

1.2 aparte epistemológico

El físico podría objetar aquí que la división indicada en reinos de tonos agudos y profundos contrastantes es totalmente subjetiva y consideraría que la escala de frecuencias [no presentada en el grado 6] va ininterrumpidamente desde cero hasta el infinito. Queda claro que no estamos tratando principalmente con las frecuencias físicas externas, sino más bien con nuestra experiencia de audición, que se basa en otras percepciones o sensaciones totalmente experienciales. En realidad, el ser humano está orientado a una condición de tono medio; Siempre experimentamos los tonos en relación entre sí y con esta posición media. Además, cuando las notas altas y bajas no suenan en contraste simultáneo, nosotros mismos introducimos esta sensación de intervalo, ya que somos conscientes de ello y vivimos en la condición media. Es este sentido interno, principalmente, el que nos permite decir: Ése es un tono alto [o bajo].

Sería un error juzgar físicamente que un tono particular (por ejemplo, uno alto) es la realidad objetiva no cualitativa, y la sensación de que es "alto", provocada por un tono profundo que suena justo antes o después. , como algo subjetivamente

Machine Translated by Google



llegado a. Está mucho más dentro de la verdad -es decir, evidentemente, dentro del mundo del tono musical- que los tonos se suceden y están conectados entre sí. Nuestra realidad es la experiencia relativa, musicalmente hablando. Por otro lado, el tono individual, en el sentido físico habitual, ha quedado fuera de esta conexión, por lo que no puede estar ni al principio ni al final de los estudios acústicos de este bloque.

En esto, nos esforzamos por lograr un modo particular de aprehender la realidad. Aprender tal modo tiene consecuencias decisivas para todas las lecciones científicas naturales posteriores. La totalidad de la música, el entorno musical, es la realidad superior; de él caen, o caen, todos los tonos y sonidos: el susurro de la hierba, los aullidos y gemidos de los bosques en una noche de tormenta, el murmullo de un arroyo, el ruido metálico de una placa de metal o de un vaso. Posteriormente, la enseñanza profundiza en ejemplos individuales de este tipo de tonos y sonidos naturales, que no se prestan a relaciones ordenadas ni a una formación musical, pero que proporcionan una sensación del objeto (especialmente de su condición interior). Pero antes es importante haberse sumergido en una acústica totalmente musical. De este modo, dada una decisión sobre un punto de partida que dice: "El verdadero comienzo del sonido es la música formada", podemos tener una dirección que nos permita ordenar los fenómenos de una manera conse Porque en la música se parte al mismo tiempo del hombre superior, de su actividad cultural.

## 1.3 alto y profundo en otros instrumentos

Ahora, podríamos investigar con otras familias de instrumentos cómo, a medida que surgen tonos profundos y formas grandes, es necesaria una gran fuerza o una poderosa corriente de aire. Examinamos o retiramos instrumentos como:

- •flauta
- •trompeta o cuernos
- •trombón
- •órgano
- •lira
- •clavicordio

Luego podemos investigar específicamente cómo, para los tonos profundos, los instrumentos de cuerda tienen cuerdas mucho más gruesas y resuenan mucho más tiempo. Resuenan mucho menos, como ya hemos visto, en melodías vivas. Al mismo tiempo, experimentamos cómo los tonos graves deben encarnarse más profundamente en cosas grandes y masivas: una masa considerable debe ponerse en movimiento con una cuerda grave de piano, ¡y qué alcance tiene la vibración! Compárese la gran excursión de vibración de, por ejemplo, un tímpano con la cuerda de un violín. Con el piano, la comparación es mucho menos visible: la poderosa percusión del martillo requerida por una cuerda grande y de sonido profundo se produce en parte por el funcionamiento de l

Machine Translated by Google



mecanismo. Oculto al intérprete, el martillo de las cuerdas inferiores es, sin embargo, mucho más macizo que el de las superiores.

Además del principio de “lo grande y lo pequeño producen profundidad y altura”, también hay que tener en cuenta cómo el material específico influye en el carácter sonoro: el plomo y la plata se diferencian de la madera; No existe tal cosa como un violín solista o una trompeta de madera.

Si uno ha desarrollado una percepción clara de estas diferencias considerables, entonces puede llamar la atención sobre uno de los fenómenos más significativos de la acústica que, aunque simple, es difícil de comprender. Su realización acerca al mismo tono los más diversos instrumentos. A pesar de características de sonido completamente diferentes, diferentes construcciones de instrumentos y diferentes mecanismos de desarrollo y liberación de tonos en todos estos instrumentos (y voces), podemos establecer un tono que los atraviese a todos. Como resonancia física, este tono único pasa de un instrumento a otro. (Si es posible, no muestren aquí todavía nada del experimento del diapasón sobre cajas de resonancia.) Esta “simpatía por los fenómenos” es característica del ámbito del sonido: algo se entrelaza en cada uno de los sonidos individuales. Aquí aludimos al hecho de que si los estudiantes no escuchan este aspecto unificador del sonido musical, sólo funcionarán en ellos conceptos mecánicos. Y, desafortunadamente, la experiencia de vida a menudo es reemplazada por tales conceptos de “vibración” (o el concepto unilateral de “frecuencia”).

Con todas estas consideraciones, todavía no nos preguntamos cómo se relaciona numéricamente el tono con la longitud de una cuerda bajo tensión o con una columna de aire sonora; sólo vemos cualitativamente, entretejido en el juego de la música, cómo se acorta la cuerda estirada o la parte soplada de la flauta. Junto al grosor de la cuerda, podemos añadir la tensión y la fuerza como dos variables adicionales que afectarán al tono.
Se puede llamar la atención de los niños sobre cómo al dividir a la mitad la longitud libre de una cuerda se eleva el tono una octava. Pero, para empezar, ya estamos demasiado lejos de lo musical, ya que desde el contrabajo hasta el violín el tono no se eleva simplemente mediante digitación (acortamiento), sino mediante una metamorfosis a una forma de instrumento diferente y delicada (el violín ) . . En el ámbito de esta nueva gestalt, la tensión y la fuerza de las cuerdas se modifican, de modo que el tono no sólo se vuelve más alto, sino que también suena completamente diferente. Y en ello vive la música y el tono que en ella se incrusta, como es para nosotros el centro de atención al principio en la visión general imaginativa de la construcción y ejecución de instrumentos. Sólo entonces, como segundo paso, siguen las investigaciones no artísticas, que apuntan a las relaciones físicas abstractas de tono y longitud.

Se pueden investigar más las relaciones altas/profundas con voces corales.
Finalmente se podrían expresar los descubrimientos de esta manera: Al alcanzar niveles superiores

Machine Translated by Google



Al escuchar estos tonos, la laringe se tensa inconscientemente por dentro (lo que los cantantes entrenados se esfuerzan por evitar) y el cuello se acorta. Las laringes finas, delicadas y aparentemente pequeñas son muy capaces de hacer esto (y viceversa). Pero tal regla no es decisiva.
Más importante es que los estudiantes detecten la cualidad del tono alto: el brillo celestial, la movilidad y rapidez en el juego de la melodía, un tono claro como de campana, que tiene (en una analogía visual) un carácter chispeante y centelleante, y que conectan esta cualidad con una imagen exterior de algo pequeño, tenso, delicado (niño de coro versus estrella de ópera fornida). Obtienen entonces una experiencia puramente cualitativa del tono a través de las percepciones de otros sentidos. El descubrimiento armoniza con las consideraciones de instrumentos más grandes y más pequeños. Lo que ha sido captado por otros sentidos se convierte en física musical.

## 1.4 pensamientos pedagógicos

El nacimiento de la acústica a partir de la música parece muy posible, incluso sencillo de organizar, pero puede convertirse fácilmente en un fiasco. El profesor ve el enriquecimiento de la conexión multifacética con la música. Ella vive feliz en él, ya que conoce el camino hasta aquí. Los niños se sienten decepcionados porque no ocurre nada "físico". El nacimiento no debe detenerse. Una persona debe avanzar con valentía hacia el material siguiente; La acústica puede durar como máximo una semana (en un bloque de 4 semanas). También, por ejemplo, en el tema de construcción de instrumentos, hay que esforzarse por aportar algo sorprendentemente nuevo, y así los estudiantes no sentirán que el material del bloque ya es conocido (música) simplemente reorganizado (acústica).

Una clase de física que comienza inmediatamente con equipos sorprendentes y efectos novedosos hace que las cosas sean fáciles al principio. Sin embargo, aquí nos esforzamos por algo más: un nivel más profundo de interés en la clase. Con un montaje tan imaginativo, el profesor intentará presentar las cosas de una manera clara y comprensible y fomentará el conocimiento de lo que se puede observar objetivamente en el mundo exterior.

ii. sobre el origen de los tonos

## 2.1 la octava (razón y proporción)

En el primer paso, escuchamos música. La música ingrávida y finamente esculpida de tonos más altos se puede conectar con las formas delicadas y pequeñas de los instrumentos; en consecuencia, música sólida y terrosa con los tonos más bajos. Ahora, dejamos atrás el ámbito de lo coral y sinfónico; y, de su entrelazamiento con la música, cortamos la música y extraemos la escala tonal.

Toque la escala mayor desde el Do medio hacia abajo hasta el noveno y décimo tono por debajo del Do medio (B y A). Ya con el octavo tono, los estudiantes experimentarán

Machine Translated by Google



una finalización de la primera serie de tonos. Los tonos más profundos se experimentarán como el comienzo de algo nuevo. Los estudiantes ya lo saben por las lecciones de música. La octava abarca todos los tonos de tipo similar; es un todo. ¿Este conjunto también aparece exteriormente, por ejemplo en la longitud de la cuerda de un violonchelo?

Se toca una cuerda de Do (sin amortiguador) exactamente en el medio y se desafía a los estudiantes a seguir la longitud de la parte inclinada, a medida que se pasa por los tonos (C, B, A, ...). En la octava, la longitud es el doble: toda la cuerda está activa. Cuando llegamos así a la longitud abierta, escuchamos nuevamente el tono inicial, pero una octava más bajo; Hemos atravesado una unidad. Para demostrar el punto medio exacto de la longitud de la cuerda, se puede sujetar una tira de papel doblada por la mitad debajo de la cuerda. También ahora se puede investigar la duplicación directa de la longitud de una cuerda en otras cuerdas y en otros instrumentos. (Aquí no necesitamos abordar todavía el pequeño error en la relación de longitud que se produce al presionar la cuerda contra el diapasón, cambiando así su longitud y tensión.)

Ahora bien, ¿cómo se consiguen octavas aún más bajas? Como sabes, de la siguiente manera: Por ejemplo, primero arquea una cuerda a 1/3 de su longitud (amortiguando la porción de 2/3); luego duplíquelo (tocando ahora la porción de 2/3): suena la octava; ahora alargue la cuerda frotada en 1/3 (tocando ahora toda la cuerda): suena la quinta de abajo, ¡no otra octava! A la luz de esto, no podemos mantener la noción de que la octava tiene una longitud definida: incluso podemos distinguir octavas dentro de la mitad de la longitud de una cuerda. Reformulado: la armonía (consonancia) de los intervalos no depende de la longitud absoluta de la cuerda, sino de su relación con lo que la rodea.

Para la secuencia del pensamiento suele ser indiferente si los experimentos de esta parte se desarrollan hacia arriba o hacia abajo. Lo indicado trasciende la medida de los sentidos. Sin embargo, cada secuencia tiene un efecto espiritual diferente en los estudiantes; por ejemplo, dar un paso hacia abajo actúa de una manera calmante y consolidante (lo mejor para una clase optimista, etc.).

En resumen, como hemos demostrado experimentalmente, cada octava tiene su propia longitud relativa: la mitad de la anterior, el doble de la siguiente.

---- tono inicial
---------- 1ª octava inferior
---------- 2da octava

Y, además, dentro de cada octava, los pasos de tonos completos en la cuerda se hacen más grandes hacia abajo, como se puede demostrar tocando la escala. De doble forma, es así que:

Machine Translated by Google



- para los tonos de octava inferior, la cuerda es cada vez más larga;
- entre los tonos de octava inferior, los pasos de la cuerda se hacen cada vez más grandes cuanto más descendemos.

Así que ahora entendemos la forma curva de los cuernos, el arpa y otros, aunque la ecuación cuadrática [serie exponencial] que gobierna la longitud de las cuerdas en función de diferentes tensiones y espesores de cuerdas sólo se expresa vagamente en la construcción de estos instrumentos.

Nunca se puede especificar la longitud absoluta de la cuerda en centímetros correspondiente a un tono particular. Depende del tipo y tensión de la cuerda. Sólo se puede especificar la relación de duración de dos tonos (por ejemplo, formar un quinto). Aquí volvemos a encontrar el principio musical: lo significativo está entre los tonos. Sólo la conexión que tienen dos tonos entre sí es inequívoca (es decir, por relación de duración).

Ahora, en un violín, uno podría descender a través de las octavas, tocando cuerdas dobles y retomando el tono en la siguiente cuerda, hasta que no baje más.
Y allí uno se topa con otro hecho musical: en un solo instrumento no todas las octavas son posibles; más bien, se los reparte entre los instrumentos grandes y pequeños. Porque no es sólo la longitud abstracta de la cuerda la que determina el tono (como sugiere el tradicional y verdaderamente innecesario monocordio escolar), sino que, para una condición musical musical, es necesario un instrumento particular con su propia forma individual. Al golpear la parte posterior de un violín o un violonchelo, podemos escuchar cómo responde todo el cuerpo del instrumento, cómo la tensión penetra todo el cuerpo del instrumento. Las placas del instrumento también están bajo tensión, y el cuerpo tiene una medida definida, al igual que la cuerda. Así, después del racionalismo de las medidas de la longitud de las cuerdas, emerge una vez más el misterio de la genuina artesanía de los instrumentos: el misterio de la música, que emplea un cuerpo para la encarnación; es decir, la música necesita algo más que cuerdas tensadas y medidas exactamente.

## 2.2 intervalos y relaciones numéricas (música y matemáticas)

En sexto grado no se debe cubrir un intervalo tras otro. Más bien, después de la octava y la quinta, deje de lado la consideración de la longitud de las cuerdas.
Ya con estos dos se pueden dibujar los fenómenos fundamentales de la serie tonal: las proporciones de números enteros simples. ¡Las longitudes de las cadenas no están relacionadas por ningún tipo de fracción (quizás algo en milésimas), sino por el primer número entero, el más simple (1:2, 2:3, etc.)!
¡Uno puede alegrarse de que el cosmos sea tan comprensible! Para una comprensión más profunda, cabe preguntarse qué significan estos números en relación con el ser humano. Como presentó E. Schuberth

Machine Translated by Google



En resumen [Erziehungskunst 4/1976, p.144] ¡nuestro concepto de número se ha desarrollado a partir de nuestro sentido del movimiento! Con tres movimientos repetidos del brazo, el niño indica tres cosas; así, el número surge de los ritmos numéricos del propio movimiento. Si consideramos los intervalos y el sentido del movimiento, podemos encontrar cómo los pasos de danza describen intervalos: tres pasos hacia adelante, dos hacia un lado... ¿el quinto?
La duración de los intervalos apunta además al ritmo, a una secuencia temporal. La siempre nueva existencia temporal-rítmica de la música se descubre nuevamente a partir de las relaciones numéricas de longitud de las cuerdas.

Sin embargo, las proporciones simples de números enteros de las longitudes de las cuerdas apuntan a un organismo mayor. Números como 1:2, 3:4, etc., son vecinos cercanos; se construyen unos sobre otros. Sus conexiones objetivas se imparten rítmicamente. Para cualquier tono, todos los demás tonos de la cuerda están en estrecha relación con él. Cada tono individual tiene también, dentro de su longitud corporal, una orientación hacia todos los demás y, por tanto, hacia el todo mayor; ninguno se sale [de tal conexión]. Uno a dos da la octava, dos a tres la quinta, tres a cuatro la cuarta, cuatro a cinco la tercera (mayor), tres a cinco la sexta. Los tonos no están, como lo están los cuerpos materiales, individualizados, separados, desechados. Además, su “objetividad” tangible, puramente física (la longitud), permanece unida en una relación clara. Nuestros tonos musicales se parecen más al brillo y al orden de los cielos, que siempre apuntan hacia el todo; mucho menos se parecen a la confusa individualidad de las fuerzas terrestres. Tales pensamientos sobre la longitud de las cuerdas, la parte y el todo, respaldan la antigua historia de la armonía de las esferas.

En relación con las ideas de Kepler orientadas a la armonía cósmica de las esferas planetarias, y si es necesario que los estudiantes sigan la conexión, se puede vincular algo objetivo: los cálculos de octavas. Si tomamos la quinta de la cuarta, por ejemplo, obtenemos nuestro primer intervalo: la octava. ¿Por qué? Expresado aritméticamente:

$$2/3 \times 3/4 = (2 \times 3)/(3 \times 4) = 6/12 = 1/2$$

Por eso el cuarto se llama “inversión” del quinto. ¿Qué pasa con el tercero?
de la sexta mayor? Los cálculos son los siguientes:

$$3/5 \times 4/5 = 12/25$$

Esto cae justo en el punto de la octava, que debería ser (12,5)/(25). Si examinamos el teclado, reconocemos: La sexta está por debajo de la octava en una tercera menor; de B a C es un medio tono. La tercera menor tiene una proporción de cuerdas de 5:6. Así el cálculo
carreras:

$$3/5 \times 5/6 = 15/30 = 1/2$$

Machine Translated by Google



También se puede preguntar lo contrario: ¿qué relación de longitud debe existir para el intervalo entre la sexta mayor y la octava de un tono primario?

3/5 x R = 1/2 o

R = 1/2 ' 3/5 = 1/2 x 5/3 = 5/6

También es de destacar que la relación de longitudes de cuerdas debe poder expresarse con números inferiores a 7 si no queremos disonancia. Las proporciones analizadas aquí forman la escala diatónica natural. La escala “templada” de nuestra música moderna es fácilmente pospuesta, excepto que ya [en la escala diatónica] surge una discordia; ver más en la literatura. Es interesante también que los intervalos primarios surgen en el habla humana: la voz masculina desciende en la pubertad aproximadamente una octava, la femenina aproximadamente un tercio. En una pregunta, la voz se eleva al final de la frase aproximadamente una quinta parte; con una afirmación, cae alrededor de una cuarta parte.

De tales intervalos presumiblemente surge la expresión estar “afinado” o “armonioso”. Alternativamente, “no suena bien” significa que hay error o engaño.
El ideal del Bien y la Verdad, por el que nos esforzamos, se oscurece y no está activo cuando decimos que algo está “desafinado”. La cosa no se revela, no muestra ninguna relación clara, está oculta. De manera análoga ocurre lo mismo en la música. Si los tonos no están en “armonía”, las relaciones simples y claras quedan adulteradas. Los intervalos también son un ejemplo de una especie de armonización de diferentes fenómenos, también en el sentido de la comparación de que en el mundo corpóreo (con longitudes de cuerdas) prevalecen relaciones simples y claras donde prevalecen relaciones armoniosas.

Sobre los números enteros pequeños, el renombrado físico clásico Hermann von Helmholtz escribe (en Sobre las bases físicas de la armonía musical, 1857):

> Siempre me ha absorbido, como un misterio maravilloso y especialmente fascinante, que en la ciencia del sonido, la base física y técnica de la música, que actúa más básicamente sobre el alma humana que todas las demás artes y aparece como la más insustancial, móvil y delicada creadora de sonidos incalculables e indescriptibles, [la música] se muestra tan fructífera a las matemáticas, ciencia del pensamiento puro y consecuente...
>
> Matemáticas y Música, con el contraste más fuerte de actividad espiritual conocido por el hombre, y sin embargo unidos, apoyándose mutuamente, como si quisieran aludir a las misteriosas consecuencias, que impregnan toda la actividad de nuestro espíritu, permitiéndonos también en las revelaciones del genio artístico para intuir la expresión de una misteriosa inteligencia de la que normalmente no somos conscientes.

Machine Translated by Google



Helmholtz incluye una conferencia brillante y comprensible sobre el concepto de ondas sonoras y la creación de sonidos mediante la superposición de oscilaciones.
como él lo vio. Contiene los puntos más interesantes sobre la construcción del instrumento, los armónicos, la correspondencia de las voces, etc.

Helmholtz consideraba fundamentalmente los pequeños números enteros de las relaciones de longitud de las cuerdas de tal manera que clasificaba tanto el origen como la actividad del sonido en el ser humano como una especie de armonía inconsciente y subjetiva, a la que se debe aludir a través de la actividad espiritual de las matemáticas. . En lugar de una ruptura entre el hombre y el mundo o una propuesta de unidad mística, buscamos un punto común en la observación de nuestro pensamiento.

## 2.3 fenómenos de oscilación

Ideas clave: Desenfoque, liberarse de la solidez con un movimiento persistente.

Cualquiera que haya recibido una educación en física contemporánea tendrá, debajo de todo lo explicado hasta ahora, la pregunta acuciante: ¿No depende todo esto de la oscilación, de las vibraciones que escuchamos con nuestros oídos? He aquí un lado del concepto de falsa realidad de una cosmovisión material-causal, como si lo “real” no fuera el tono, sino las oscilaciones materiales. (ver Sección 1.2. arriba) Una vez más, se llama la atención sobre un principio fenomenológico justificado de los instrumentos musicales y la génesis de los tonos, que puede entenderse sobre todo (en el sexto grado) sin recurrir a un concepto de vibración mecánica (y experimentos diseñados para encontrarlo), sino más bien a partir de observaciones experienciales básicas.

Ya hemos observado que cuando se arquea una cuerda de violonchelo, ¡la forma se vuelve borrosa! Y, ciertamente, es la parte arqueada, no la parte con dedos, la que se desdibuja. Un dedo que lo toque con cuidado se hará vibrar. Además, el fondo del violín vibra. Incluso una caja de papel completamente cerrada por todos lados (aproximadamente del tamaño de una caja de zapatos), sostenida libremente entre las yemas de los dedos, comenzará a vibrar, a tararear con el sonido de un canto coral.

Todo esto no demuestra que tales vibraciones sean la verdadera fuente de los tonos y la dispersión de los tonos, sino simplemente que entra en juego un segundo fenómeno (el desenfoque) que debemos conectar con la idea de intervalos y
armonía. Al vibrar y difuminarse la forma, uno tiene la experiencia de que la condición de reposo y de límites sólidos es algo “incorpórea”, es decir, se vuelve informe y alterada en la transición. Al mismo tiempo, un cuerpo extraño ligero puede salir despedido al tocarlo: nos encontramos así con un movimiento interior; sin embargo, sin una alteración duradera y sin haber sido desplazado finalmente de su posición inicial.

Machine Translated by Google



Esto está relacionado con la forma en que se ha introducido artísticamente el movimiento en el instrumento. El violonchelo se apoya en el suelo con un pie puntiagudo; las rodillas sostienen sólo sus mejillas, y su espalda y vientre quedan libres. El violín está suspendido en el aire.
Uno se imagina que si se acumulara arena sobre las cuerdas y sólo asomase el lugar donde el arco toca la cuerda, no surgiría ningún tono, sólo un sonido débil y áspero. La cuerda del arpa, la campana de la trompeta, la barra del xilófono, el cuerno del trombón o la bóveda de un platillo, todos deben permanecer libres en el aire. Además, también deben ser interiormente sólidos, tensados y elásticos, y su forma debe resistir constantemente los impactos, los golpes o las curvaturas. Las cosas pulposas, húmedas y plomizas no suenan. Por eso necesitamos una solidez objetiva, que sin embargo no debe estar incrustada en el entorno.
Lo mejor es que se apoye en el suelo en un solo punto (platillo, armónica), quizás en dos puntos o como máximo sólo en los bordes. En estos principios físicos (liberación de la pesadez para la movilidad y la forma persistente) lo que de otro modo se concebiría como una “vibración” meramente mecánica se convierte en una imagen del arte interno y artístico de la construcción de instrumentos. Y sólo en este grado es bueno estudiarlo en 6º grado; los experimentos con dibujos de oscilaciones sobre una placa cubierta de hollín se aplazan hasta el séptimo grado.

Con los instrumentos de viento, el músico trabaja con lo más móvil que puede utilizar: su propia respiración. (Decimos “aliento” para aquello que procede de nosotros, vivificado; la palabra aire, en cambio, es abstracta y se refiere a aquello que ocupa el espacio.) El aliento penetra libremente en el entorno, fluye. Esto, naturalmente, no conduce a la terminación de los tonos (pues esto requiere rigidez, mantener una ubicación), sino a la movilidad, aunque no a un alejamiento ni a un transporte. El constructor de instrumentos concibe aquí lo contrario: no lo libera, sino que lo cierra.

levántela para formar un nodo (punto estable).

Al considerar las vibraciones de esta manera, como desdibujamiento del objeto, encontramos una imagen material de la música: algo ocurre, penetra intensamente en todos los cuerpos, elimina sus límites y su separación, modela poderosos procesos del alma.
y luego desaparece, ¡sin dejar ningún cambio físico en absoluto!

## 2.4 figuras chladni, instrumentos caseros

Las figuras sonoras de Chladni ofrecen una imagen práctica y visible de la misteriosa e intrincada estructura de tales vibraciones. 2 Una pieza circular de acero lacada en negro, de aproximadamente 12" x ¾", así como una placa cuadrada, de aproximadamente 11" x ¾", se fijan firmemente en el centro. El arco debe estar bien frotado con bass-rosin. Al principio, note el tono estridente que es más agudo con el plato más pequeño. Luego, espolvorear azúcar fina o arena fina con un salero (si es posible, filtrar por un colador de té fino). Un adi

Machine Translated by Google



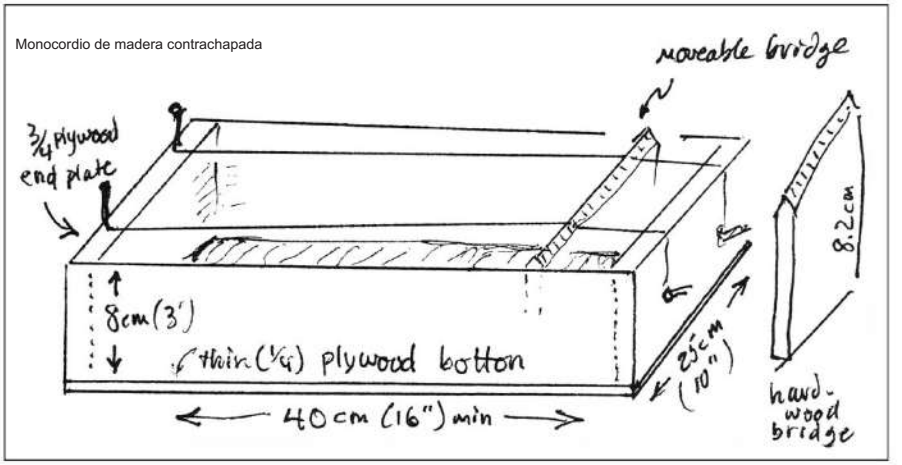
el polvo de lycopodium (esporas) sobre la placa, al hacerla cantar, nadará como una nube sobre las regiones oscilantes, que simultáneamente se liberarán del material arenoso. Las formas de oscilación que se producen dependen de qué tan ligeramente un dedo toca la placa redonda y de qué tan lejos del arco se lleva la línea de arena (línea nodal) mediante dicho contacto. La placa rectangular se humedece primero (al tacto) en la esquina. A los estudiantes les encanta cuando, después de la lección, se les permite inclinar sus propias figuras en placas más pequeñas (redondas o cuadradas de 20 cm u 8 pulgadas). Desafortunadamente, no se pueden mostrar las figuras que cambian rápidamente que ocurren mientras se toca el violín. ya que la arena se desliza fuera de la superficie abovedada [Nota: Usando luz (láser), el Prof. Carleen Hutchins ha hecho visibles estas formas de resonancia para estudiar los secretos de construcción de los maestros violinistas; Scientific American, octubre de 1981. – Trans.]

Los patrones de onda estacionaria de Chladni hablan por sí solos: su imagen es una "forma completa" [gesamtgestalt]. Y, sin embargo, podría surgir la necesidad de explicar causalmente las figuras, partícula por partícula, aunque esto fomenta el concepto de vibración [convencional] discutido anteriormente: las regiones libres de arena vibran; Las líneas de arena son áreas tranquilas donde la placa no vibra y la arena no se sacude. Sin embargo, en la imagen de arena también se encuentra la huella de una forma invisible, pintada a partir del movimiento y la quietud. En cualquier caso, aquí hay que detener la cadena causal, para que no se pregunte por la causa de la causa (la causa de la longitud de onda y la frecuencia), sino que se tome la forma de vibración como un fenómeno provocado por la inclinación, la huella de tono en la forma que acompaña al tono. Aquí, como en otros casos, la pregunta sobre la causa material (imagen vibratoria) siempre nos lleva a una mejor manipulación del material, ya que ahora se comprende: (1) al tocar, se crea un lugar tranquilo (recogida de arena), y (2) al inclinarse, un lugar vibrante (eliminación de arena).
El lugar agarrado o fijado abandona su actividad mágica; se vuelve racionalmente comprensible. Eso nos da poder para dar forma a los fenómenos a voluntad.

Los instrumentos de cuerda caseros son infalibles de fabricar, pero no suenan tan bien. Sin embargo, se puede animar a los alumnos a que fabriquen uno, con al menos dos cuerdas, para que ellos mismos puedan crear los tonos. Se puede construir una caja de madera contrachapada, con dos placas fuertes en los extremos para sujetar las cuerdas. La caja está abierta en la parte superior y el puente para las cuerdas se encuentra en la parte inferior (tabla armónica). La mitad visible no resonará con una peonza. Para tensar utilizamos tornillos para madera grandes: uno sujeta el cable por un lazo. Vimos una hendidura de aproximadamente 1/3 del otro tornillo, en la que se clava el cable con un cuchillo. (Como alternativa, el cable se fija con pegamento Uhu). Además de la cuerda de músico, se puede utilizar alambre de acero de 0,3 a 0,5 mm de espesor o quizás una cuerda de nailon más gruesa. El cable debe quedar debajo de la cabeza del otro tornillo y pasar sobre un puente de madera colocado debajo.

Machine Translated by Google






Monocordio de madera contrachapada

Debe haber una distancia par entre los puentes, por ejemplo, 40 cm o 16", que se puede dividir fácilmente en longitudes enteras para trabajar con los intervalos. Para ello hacemos dos puentes móviles, que son 1-2 mm más altos que los fijos. y se pueden mover hacia adelante y hacia atrás en el fondo de la caja (tabla armónica). A menudo producen un sonido más fuerte o más completo, ya que el fondo ahora está más estrechamente ligado a la vibración de la cuerda. Un instrumento extremadamente simple consiste en un alambre tensado sobre un tablero; las relaciones de intervalo se pueden mostrar incluso con un equipo tan simple.

III. la laringe

## 3.1 cuenta experiencial

La indicación antes citada del Dr. Steiner de una descripción de la constitución física y fisiológica de la laringe no significa una especie de bosquejo anatómico, sino una descripción, un relato experiencial. Tampoco implica una disección ni los contenidos anatómicos que de ella se deriven, ni un estudio de las enfermedades y terapias quirúrgicas de la laringe. Más bien, inicialmente, un estudio de experiencias relacionadas con actividades corporales localizadas en la laringe, que luego ayudan a una comprensión física. De este modo, la laringe será vista a la luz de los procesos vivos, a la luz de lo fisiológico, y no como un aparato físico-anatómico desnudo. Por ejemplo, después de una introducción por parte del maestro, se puede llevar a los niños a observar lo siguiente:

1. Las consonantes se forman en la boca con la ayuda de una mínima musculatura, labios, dientes, lengua y encías. Las consonantes se pueden ordenar de tal manera que uno se mueva de afuera hacia adentro. Sin embargo, la mayoría ocurre en el aparato del habla más frontal (externo); así los sordos pueden leer el habla desde el exterior. Miembro

Machine Translated by Google



y los órganos metabólicos están aquí integrados en un aparato del habla. Todo niño pequeño debe aprender lentamente a utilizar estas extremidades.

2. Si comienzas con la serie vocal U, O, I (ih), E (eh), A (ah), retrocedes en la garganta, hacia la cavidad nasofaríngea. Además, manifiestas aquellas formas que ocurren simultáneamente en la parte superior de la laringe. La A(ah) forma el umbral de los tonos puros, del canto (la-la, tra-la, no lo-lo). En A(ah), el habla suena como un canto. Si los niños dicen ellos mismos A(ah), tal vez en coro, pueden sentir cómo este sonido se crea en lo más profundo de la laringe, y cómo la actividad, el lugar tomado por el cuerpo, se desplaza aún más profundamente si en lugar de hablar el A(ah) lo canta.

3. El canto demuestra en la práctica cómo trabajamos desde la laringe, es decir, desde la región más profunda. Con todo esto, no pasa nada sin una corriente de aire. Se muestra como una corriente que penetra hacia afuera y que, al mismo tiempo, siempre lleva consigo los contenidos internos del alma. Por eso, la gente frecuentemente se avergüenza de cantar.

Puede guiar a los niños a través de parte de las siguientes investigaciones sobre la laringe; pero mejor si les asignan que los prueben en casa:

- •Intenta encontrar el rango de la voz humana (aprox. 3 octavas).
- •Busque el tono en el que cantar sea lo más alto posible, pero aún así agradable (rango medio).
- •Intente cantar sin tono, es decir, en un susurro. (La gama de tonos que puede producir es muy reducida; los tonos silban y son artísticamente inutilizables).
- •Observa qué cambia cuando hablas en un susurro. (Se conservan todas las posibilidades de comprender el habla, el volumen sigue siendo maleable y está claro que sólo los sonidos sonoros (consonantes duras) no son armoniosos.)

- •Fíjate si puedes cantar con la boca y la nariz cerradas. (Esto ocurre sólo cuando uno llena gradualmente las mejillas con aire y también se mueve una corriente de aire a través de la garganta. Y, ciertamente, uno necesita una corriente de exhalación; al inhalar sólo se produce un sonido confuso.)
- •Coloque una oreja en: el pecho, la parte inferior del cuello y la garganta; investigar donde El tono surge al cantar con el mismo volumen.

Ahora nos acercamos a la génesis de los tonos en la garganta en comparación con un instrumento de viento, por ejemplo, una flauta dulce. Sin embargo, esto no se corresponde exactamente con lo que experimentamos: no alcanzamos tonos más altos acortando una columna de aire, como ocurre con una flauta (ni cantando con la boca colocada en una abertura redonda muy pequeña, o

Machine Translated by Google



regulando el tono de nuestro trino abultando nuestras mejillas o cambiando el volumen de nuestra boca). Normalmente logramos tonos altos creando una tensión profunda en la laringe. Se puede imaginar algo fino, parecido a una cinta, que al cantar o al hablar está más o menos tenso.

Sólo hay una familia de instrumentos, la familia de los metales (trompas, trompetas, trombón y similares), donde la parte tensada (los labios del intérprete) se controla intencionalmente durante la ejecución. La tensión de los instrumentos de cuerda y de la batería se ajusta (afina) sólo antes de tocar. Pero el trompetista es parte del instrumento con los músculos de sus mejillas. De este modo puede irradiar su voluntad con especial fuerza: es capaz de incitar a la caza o a la batalla (pensemos en los trompetistas del apocalipsis). Estos instrumentos de metal, cuando se agrupan, trascienden los límites de la música. Con una banda de bomberos, los perros aúllan mientras suenan los instrumentos de metal. El órgano humano de la voz es muy superior a tales extremos en su capacidad de transformación: abarca desde la voz estridente y rugiente del comandante hasta el delicado susurro del amante.

Si desea profundizar en la formación de la laringe, no necesita ejemplos anatómicos disecados para hacerlo; su función puede ilustrarse con la doble lengüeta del oboe, con la restricción de que allí no se produzca una tensión similar. El

El tono nasal humano también es más parecido al timbre del oboe. Teniendo esto en cuenta, tal vez podamos caracterizar la laringe humana como la imagen más viva, unificada y arquetípica de los diversos grupos de instrumentos, especialmente los instrumentos de viento y de cuerda, ya que sus tonos pueden ser guiados artísticamente por un ser humano en el proceso de desvanecimiento. o diminuendo. Por el contrario, los instrumentos de percusión y punteados sólo permiten una atenuación al final de sus tonos, una parada breve por contacto táctil, que no se forma completamente en su diminuendo o suavizamiento. Aquí el ablandamiento depende más de leyes mecánicas.

La idea de la voz humana como síntesis de los diversos sonidos de la orquesta puede conducir a la idea de organizar las familias de instrumentos de la orquesta clásica según la estructura del ser humano en regiones de cabeza, extremidades y pecho. Si uno escucha junto con los estudiantes los colores tonales específicos y distintivos de los distintos instrumentos, entonces uno puede sentir un poco su camino hacia esta integración. ¿Deberíamos dejar que todo esto se comprima en un [simple] dibujo de una laringe disecada? Sin embargo, si al mismo tiempo se recuerda primero la situación histórica, la atmósfera y el peligro de las primeras disecciones de un cadáver (recordemos la Lección de anatomía del doctor Tulp de Rembrandt), entonces se puede, sin duda, permitirse hacer un dibujo anatómico de la laringe. En cualquier caso, las partes de la garganta y de la boca que los alumnos pueden ver desde fuera se podrían dibujar de perfil. A partir de las consideraciones que hemos descrito y de las investigaciones con el propio cuerpo,

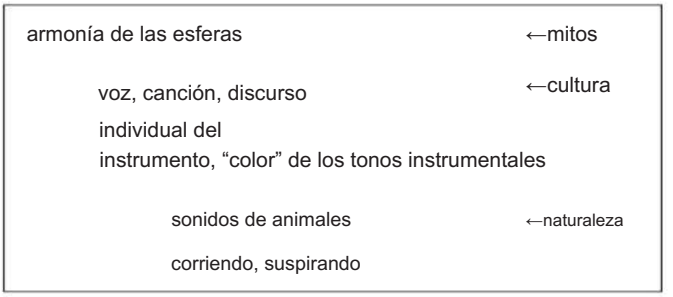
Machine Translated by Google



la conocida hinchazón redondeada debajo de la garganta se denomina acertadamente laringe [en alemán, Kehlkopf, literalmente, “cabeza de la garganta”].

## 3.2 Fenomenología y romanticismo: un resumen

Podríamos preguntarnos, en conclusión: ¿Cómo crean sonido los demás seres y procesos de la naturaleza? Si pensamos en las voces de los animales y en el correr del agua o del aire y en los sonidos que creamos con diversas cosas al golpearlas o frotarlas, notamos innumerables características, pero sobre todo que se revela la condición interior, el “alma” de la cosa. —Sin embargo, nunca con la variabilidad con la que los tonos del canto y el habla humanos revelan la condición interna de esa fuente. Todos los demás sonidos del mundo (corporales o instrumentales) se basan en sonidos humanos, ¡y no al revés! La gran unidad de lo musical, la armonía de las esferas, se desdobla en el rumor y el sonido del mundo inanimado:




IV. descripción general unificada

El camino descrito en el plan de estudios para sexto grado conduce analíticamente del todo (la música) a las partes, es decir, a la investigación física de los sonidos individuales. La construcción didáctica es:

Mundo formado de sonido, música.

Los ámbitos sonoros elevados y profundos se relacionan entre sí, como se puede ver en la representación de distintos tamaños de instrumentos, distintas movilidades de los cuerpos de los instrumentos, etc.

Tonos altos y bajos emparejados en sus relaciones de intervalo y concordancia en la imagen de relaciones de longitud, intervalos de longitud

Tonos individuales en el borde de la música en forma de figuras vibratorias de Chladni; El sonido como creador de forma. (Lo contrario sería: la oscilación mecánica como causa del sonido y formadora del tono.)

Machine Translated by Google



Tonos individuales en el camino hacia la música en la actividad de la laringe.

Sonidos individuales fuera de la música, que permiten sentir el interior de la cosa (taza rota, diferentes maderas, etc.)

Si no se parte de la música como unidad superior, sino de los sonidos aislados, se arranca demasiado pronto al niño del todo, se le corta por el momento el camino hacia él y, además, no se pueden elaborar los análisis necesarios. proceso. Esto es materialismo. Porque, sin decirlo, se presupone: el todo es la suma de las partes (y sólo de las partes físicas). Entonces, no hay ninguna diferencia decisiva si se parte de los sonidos de las cosas naturales y de diversos materiales, o del sonido fundamental puro y estéril de un monocordio y su frecuencia, armónicos y similares.

En el primer caso, el carácter individual de los sonidos de percusión todavía permite captar de manera integral las percepciones sensoriales elementales, aunque mezcladas con romanticismo. (ver el poema de Eichendorff, “En cada cosa duerme una canción...”, p.47)
Sin embargo, si se parte decisivamente de la música, al final los tonos de percusión también permiten considerar todavía una huella de la música, es decir, las características disminuidas pero aún distintivas [de la música] que vimos, que pueden llevarnos tal vez al poema de Eichendorff como conclusión de la acústica. “Music” de Ralph Waldo Emerson es otro buen ejemplo.

## v. literatura sobre acústica

[Obras seleccionadas, todas todavía en alemán; tal vez si alguien puede traducirlos localmente, puedan ser útiles. – Trans.]

Una visión global del mundo acústico de todas las culturas, incluyendo la obra de Steiner en detalle, es la obra del famoso científico musical Hermann Pfrogner, Living World of Tone, Langen-Muller Pub., Munich 1976. (ver p. 240 , “El carácter de los intervalos”)

Estrechamente relacionado y bastante útil en muchas partes para nuestro estilo de enseñanza, con una presentación clara y rica en hechos, está: H. von Baravalle, Physics as Pure Phenomenology, vol. 3, Acústica y Óptica, Troxler Verlag, Berna, Suiza, 1951.

En la misma línea que las ideas fundamentales desarrolladas aquí, en cierta forma en concordancia fructífera, en parte orientada en otras direcciones, pero enriquecedora en muchas secciones, y bastante interesante por su selección de temas, está: EA Karl Stockmeyer, Concerning the Methodology of Physics Teaching, Verlag Freies Geistesleben Stuttgart, 1961.

Machine Translated by Google

# Experimentos en acústica

Los experimentos acústicos, que duraron entre 3 y 4 días, se distribuyen a lo largo del texto anterior. [A continuación se proporciona una sinopsis. – Trans.]

sinfónico - coral

Ac1: Observar una selección interpretada por un cuarteto de cuerda: Observar las cualidades de cada pasaje, cómo se tocó, cómo se sintió. Observar las cualidades de cada instrumento: diferencias en el sonido musical (alto: menos encarnado; bajo: más fuerza física).

Ac2: Notas altas y bajas de otros instrumentos: flauta, trompeta, trombón, saxofón, órgano de tubos, clavicordio, piano. Observa el carácter de los tonos de cada instrumento, cómo se produce la música, cómo se hace la digitación. (Cada instrumento “canta” desde su propio ser individual).

Ac3: El sonido conjunto de una orquesta (la consonancia como fenómeno fundamental de la acústica, unidad dentro de la diversidad)

tonos individuales – musicales

Ac4: Tonos emparejados: considere las notas de una escala mayor hacia abajo hasta las notas 9 y 10; observe cómo parece que el ciclo se completa en la octava nota. Ahora, observe la escala de un instrumento de cuerda (guitarra o, de manera más abstracta, monocordio); observe el tamaño de los pasos sucesivos en el diapasón. (El ser humano consciente, que percibe como unificador en el “medio”).

Ac5: escalas más profundas; Intervalos y armonía: Toca un instrumento de cuerda a 1/3 de su longitud y luego duplícalo (2/3). Ahora, toca la cuerda al aire (3/3); Suena una tercera nota: la quinta. (Lo que importa es la longitud relativa. Compare la calidad estridente de la quinta con la calidad armoniosa de la tercera. Observe cómo los pasos de los dedos son más anchos, para octavas más bajas; se representa como una serie exponencial, una curva cada vez más pronunciada.)

Ac6: Otros intervalos y sus relaciones numéricas (más allá de la octava 1:2, quinta 2:3, quizás también la tercera mayor, 4:5)

otros órganos del sonido

Ac7: El sonido como fuerza formadora; Chladni figura como revelador de las formas invisibles y dinámicas que se crean constantemente en cualquier instrumento musical (la vida de la música: volverse confusa, borrosa al sonar: actividad formada)

Machine Translated by Google



Ac8: Investigaciones con la voz: canto, habla, límites extremos, condiciones de canto y habla armonioso Ac9: Sonido en la naturaleza (descenso de la

armonía de las esferas): canto del viento, arroyo burbujeante, cómo alto y bajo todavía cantan a nosotros. El sonido revela la condición del alma interior de los animales a través de sus maullidos y bramidos; también revela el interior de los objetos (sonidos característicos del latón, xilófono de madera, una taza de porcelana rota).

Ac10: Trabajo poético o de habla: p. ej., poema de Eichendorff, poema de Emerson, El soneto de Shakespeare sobre Orfeo, etc.

Vara adivinatoria (1835)
Una canción duerme en todas
las cosas Que sueñan una y
otra vez, Y el mundo comienza a
cantar Si sólo encuentras la palabra mágica.
– José von Eichendorff

Música

Déjame ir a donde quiera.
Todavía escucho una música
nacida del cielo; Suena desde todo
lo viejo, Suena desde todo lo joven,
Desde todo lo justo, desde todo lo asqueroso,
Resuena una canción alegre.

No está sólo en la rosa, no
está sólo en el pájaro, no sólo
donde brilla el arco iris, ni en el canto de la
mujer que se escucha, sino en las cosas
más oscuras y más malas. Allí siempre,
siempre algo canta.

No está sólo en las altas estrellas, ni
en la copa de las flores en ciernes, ni en
los suaves tonos del petirrojo, ni en el arco
que sonríe en la lluvia, sino en el barro y la
espuma de las cosas. Allí siempre, siempre
algo canta.
-RW Emerson

Machine Translated by Google

# Óptica Grado 6

¿Cómo debemos buscar el conocimiento?

En óptica, tanto como en la enseñanza de cada materia, y en realidad en cada actividad cultural, el objetivo máximo es: aprender a amar más al mundo. La física escolar contemporánea provoca desde el principio lo contrario. Aunque la visión de lo que es la luz ha sufrido muchas transformaciones desde el siglo XVII (desde Newton y Huygens), es sin embargo un concepto fundamental que posteriormente se ha convertido en una creencia generalizada. Para la conciencia moderna, se entiende por luz algo que fluye continuamente desde una fuente de luz en rayos rectilíneos y, después de mucha refracción o enfoque, de alguna manera incide sobre [los objetos] o se refleja; es decir, la luz como una especie de movimiento finamente material. (La pregunta fundamental: ¿Qué creemos que es la "luz"? Se explorará más a fondo en el 11º grado).

Aunque al principio de su desarrollo histórico la física tenía el objetivo de establecer algún tipo de principio mecánico como base para la luz, ahora debe comenzar a oponerse a ideas tan ingenuas; porque la física cuántica ahora entiende que:

- La luz no es un "algo" en ningún sentido inequívocamente definible. Incluso carece de sentido, en un contexto material y tangible, investigar lo que realmente "es".
- No se puede hablar de "rayos". La luz, por un lado, se expresa en fenómenos ondulatorios y, por otro, en "cuantos".
- No se ha establecido una radiación de luz continua; Las fuentes de luz débiles envían energía en paquetes estadísticos o cuantos.

Tales contradicciones1 difícilmente perturban la ingenua evaluación mecánica de la luz, ni la perturban en absoluto. Lo que puede no corresponder (en la física cuántica moderna), felizmente persiste como convicción del profano. Porque una evaluación tan limitada concuerda con cierto postulado fundamental (aunque tácito) de la física: si la percepción y el pensamiento de un ser humano no estuvieran presentes, toda la luz y el brillo y la oscuridad producidos por ella seguirían existiendo igual. En otras palabras, el mundo iluminado es algo completamente acabado, una realidad externa, suficiente en sí misma. Esta visión ve el mundo como afuera, completo, sólo objetivamente concebido, en el que el ser humano entra como un extraño. Adentro,

Machine Translated by Google



crea una imagen del mundo lo más objetiva posible, en la medida en que aprende a conceptualizar (imaginar mentalmente) los procesos materiales causales que actúan entre los objetos, creyendo que lo que percibe y experimenta del mundo es sólo subjetivo [es decir, no necesariamente su "esencia real"]. En cualquier caso, valora tales conceptualizaciones sólo como indicadores, insinuando los procesos causativos que se cree que están ocultos en la materia. Cuando dijimos antes que "el ser humano puede, a través del conocimiento, aprender a amar más al mundo", debemos ser más precisos: aprender a amar, a moldear nuestras propias percepciones, no la objetividad que imaginamos más allá de las percepciones. .

¿Por qué estudiamos óptica? Para enriquecer a través del pensamiento el mundo visual: el mundo cotidiano, no el mundo de un teórico, sino el nuestro. Además, en la escuela debemos resistirnos a ver complejos instrumentos ópticos, cámaras, películas, microscopios y telescopios, que crean imágenes nuevas y sorprendentes para nosotros.
Pero primero entremos en las imágenes del mundo por la puerta de nuestros propios sentidos, desde el punto de partida de nuestra propia visión. Sobre esta base estableceremos lo que se experimenta al ver (expresado puramente: dónde está claro y dónde está oscuro, y cómo se relacionan entre sí) sin decir simultáneamente: la luz pasa, es absorbida, reflejada, etc.

Quien no quiera desviar su atención de los "fenómenos manifiestos" del amanecer y del crepúsculo, de toda la óptica atmosférica, no debería preocuparse en modo alguno de la óptica; pero tampoco deberían intentar ardientemente proponer teorías mecánicas (basadas en procesos de rayos logrados experimentalmente) como conceptos fundamentales de la luz del mundo.

Si una persona quiere incluir al ser humano en el mundo y penetrar su conexión visual con el mundo, entonces es realmente lícito e incluso necesario introducir conceptos visuales completamente nuevos. Para expresar lo perceptible sin hipótesis, conceptos como "fuente de luz" o "dirección de la iluminación" y similares no son suficientes por sí solos, porque ya contienen todo tipo de connotaciones materiales. Dado que los fenómenos son indeterminados, inicialmente nuestros conceptos deberían permanecer abiertos. Además, deberíamos eliminar por completo de nuestra mente las preguntas sobre la esencia de la luz. Sin embargo, vale la pena aclarar de entrada hasta qué punto es lícito hablar de la luz como parte del conjunto de la realidad.

Ciertamente, en este estudio de la óptica surgirán ideas y descripciones desconocidas. Sin embargo, es necesario evaluar cada uno de ellos si conducen a nuestro objetivo y si expresan sin hipótesis lo que se ha descubierto y percibido en el entorno. Lo que se ha dicho de manera teórica un tanto epistemológica recibirá mayor aclaración a través de la siguiente descripción.

Machine Translated by Google



de los fenómenos reales. Para ser completamente concreto, a continuación se presenta una descripción del programa de estudios (I. Lecciones iniciales). En la siguiente sección (II. Ver y el Sol) se presentan muchas de las ideas subyacentes. Georg Maier también analiza estas ideas en el boletín Elemente der Naturwissenschaft, especialmente en los volúmenes 2/1973, 2/1975, 1/1977; también Ensayo 2 en Jochen Bockemühl, ed., Hacia una fenomenología del mundo etérico.2

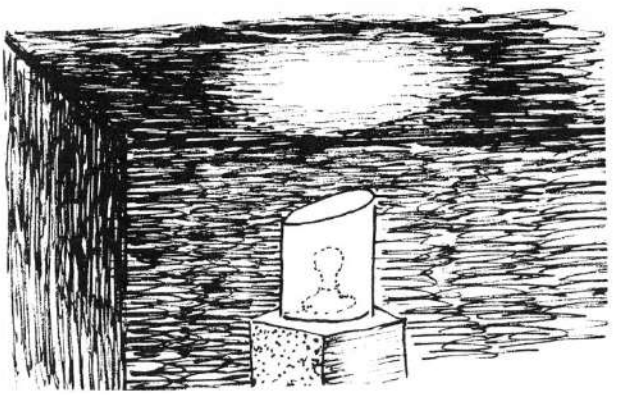
## i. lecciones iniciales

### 1.1 mañana: la luz como un todo entrelazado

"Y había luz". Así las palabras resonaron en la plenitud de la mañana de la Creación. ¡Y qué fuerza vino al mundo con la luz! ¿Cómo vive ahora el ser humano en la luz y cómo en la oscuridad? Antes de separar detalles o analizar el brillo y la sombra en nuestro estudio de la luz, vale la pena abordar el mundo de la luz en su conjunto, como un sanador, buscando la experiencia de la luz. Así, el amanecer proporciona uno de los encuentros más profundos con el poder de la naturaleza. El hombre moderno acepta este regalo cotidiano del cosmos a la Tierra con un humor sombrío o exigente, ya que no le parece más que un acontecimiento mundial particular, simplemente una consecuencia mecánica del movimiento de masas muertas en la oscuridad del mundo. espacio exterior. Pero en realidad el hombre experimenta algo más al pasar de la oscuridad a la luz del día.

Quizás antes de que comience el bloque, se pueda experimentar el amanecer en un viaje escolar;3 alternativamente, los padres podrían recoger a los niños por la noche y llevarlos hasta el amanecer. De lo contrario, se pueden crear de manera impresionante la mayoría de los fenómenos como un experimento dentro del aula.

Haz que una habitación del sótano sea 100% oscura (increíblemente difícil). Luego, deje que los estudiantes experimenten todo lo posible en la oscuridad: ruido, forma, toque de aspereza y frescura. Luego, encienda lentamente una bombilla de bajo consumo: un primer destello pálido aparece en el techo; la mirada del espectador puede flotar con nostalgia, sin poder distinguir ningún objeto visible (algo está sucediendo de manera invisible, se está calentando). ; Saturno).



Experimento del amanecer, Op1

Machine Translated by Google



Al iluminarse aún más, parece que la distancia se acerca. Así también con la salida del sol: Amanece un cielo que al principio parece lejano; La oscuridad todavía se aferra a la tierra. Al principio, generalmente percibimos formas planas, parecidas a sombras, sin profundidad; más tarde podemos distinguir objetos indefinidos, esquemáticos, pero aún débilmente encarnados. Sin embargo, entre estos últimos se encuentra una oscuridad impenetrable que todavía envuelve nuestra mirada con sueño ("ahí afuera" hay un centro: sol, contornos grises, incoloros: etapa lunar).

Ahora, por primera vez se hace visible el color de las cosas, que aún no están relacionadas en su brillo con la distancia, sino que flotan sobre la superficie de los objetos (cercanos), que todavía nadan en la oscuridad. Estos colores no se corresponden con los colores del cielo, que todavía están pálidos y oscuros.

Sólo mucho más tarde podemos discernir claramente algo en los espacios intermedios. Ahora es posible agarrar, depositar o lanzar objetos al objetivo con cierta seguridad. Ahora (experimentos a continuación) aparecen las primeras sombras en la naturaleza.
Ahora prevalece la "luz del día" y continuamos con nuestro trabajo diario (paisaje claro: escenario de la Tierra).

Esta experiencia del amanecer sólo se expresa vagamente en los experimentos.
Sin embargo, se puede conectar con la experiencia del mediodía con la demostración: Aumente significativamente el brillo aumentando lentamente la potencia de una lámpara halógena de 1000 vatios (instalada a la sombra de los estudiantes): Surge un panorama brillante con varios objetos de colores, colocados allí antes. en la pared frontal. (Esto concluye el experimento de demostración Op1.)

Al realizar tales experimentos y las observaciones de los estudiantes, un maestro debe preguntarse: ¿Cómo vive la conciencia humana en las diversas etapas del crepúsculo? ¿Cómo cambia la orientación hacia el mundo en la persona activa? Con esto siempre nos referimos a una persona con sus sentidos volcados hacia el mundo, no a aquellos que están medio dormidos o impulsados. No queremos estudiar el subconsciente, sino estudiar el acto y la experiencia de la percepción. Mientras estamos en completa oscuridad, sólo lo que está cerca es tangible; Los olores, la imaginación, los sentimientos nos invaden. Luego, saludamos los espacios que nos abre el primer destello y la dirección que revela en la oscuridad que de otra manera no tendría dirección: exhalamos. Y cuando nos encontramos en medio de un entorno iluminado, finalmente cede la oscuridad que presionaba nuestra piel. Volvemos a ser libres, porque tenemos lo necesario en nosotros.

La multitud increíblemente diferenciada de cosas en nuestro mundo visible nos permite estar completamente afuera, y aun así estamos completamente aquí, completamente encarnados. Por ahora nuestra mente ilimitada tiene algo que hacer: identificar el entorno y reconocer las direcciones espaciales mismas.

Machine Translated by Google



La claridad que surge al principio en el resplandor de un cuadro indiferenciado se desdobla en la multiplicidad de los alrededores, en cuyas superficies nuestra mente ahora se enciende en actividad. El alma está llena de todo y al mismo tiempo alejada de todo: me siento en medio del mundo, libre y sin embargo conectado. Esta libertad se presta a la acción: con los objetos ahora brillantemente iluminados se puede lograr algo. Se pueden trabajar con ellos. Así, a través de su trabajo, el ser humano crea siempre de nuevo una conexión llena de intención con este mundo de objetos individuales, que ahora han perdido su separación.

la luz como un todo entrelazado (a la luz del día)

Sin embargo, aparte de las conexiones conscientes completamente externas (el espacio) y las conexiones de actividad completamente internas (nuestro trabajo), ¿las cosas todavía tienen sus propias “conexiones de luz”? ¿No tienen ninguna relación en brillo, oscuridad y color, o estos elementos todavía los unen débilmente? Además del orden objetivo de nuestra mente, que enfatiza lo que se ha convertido (pasado), y además de nuestras acciones, que están orientadas al futuro, hay también una actividad del presente, un tejido inmediato, un ordenamiento de la claridad. , que podemos llamar luz? ¿Es nuestro pensamiento capaz de realizar conexiones con claridad visible aquí en el presente, sin presuponer cuerpos (es decir, sin haber devenido), por un lado, o sin fomentar el [potencial futuro de] acciones, por el otro? Esta cuestión del presente es la cuestión del amanecer para el científico natural.

Ya una primera reflexión sobre las relaciones de sombra del sol nos ayuda a avanzar: todos los objetos presentes en nuestro entorno están unificados, dirigidos hacia los cielos circundantes y están orientados hacia el sol tanto con sus lados oscuros y claros como con sus sombras. También encontramos una relación unificada de brillo en la metamorfosis de los fenómenos en la distancia: todo lo que está lejos se vuelve uniformemente no espacial, plano, los colores se vuelven indiferenciados (perspectiva de color), la neblina [turbidez] aumenta gradualmente hacia el horizonte (perspectiva atmosférica). ), y sobre todo se mueve la cambiante cúpula celeste, pero siempre conectada en su paso. Estos fenómenos nos rodean en todo el entramado íntimo de la mañana. Está ausente en la brillante luz del mediodía, que hace que el entorno parezca duro, desconectado, pedregoso. Esta luz del mediodía ya no es tejida y fluida, sino endurecida y rígida: nos golpea.

Con toda esta consideración de cómo la imagen del mundo emerge gradualmente hacia la objetividad, debemos tomar las riendas de nuestro pensamiento. Al ver los colores y contrastes que nadan en las distancias, o las imágenes característicamente indeterminadas y no objetivas de masas terrestres vistas en la primera y delicada expresión de la luz de la mañana, no podemos llamar a estas experiencias sólo subjetivas. Pero,

Machine Translated by Google



tampoco se nos debe permitir rechazar estas cualidades para visualizar nuevamente algún tipo de objetividad cotidiana (aún lamentablemente poco clara) “más allá de las apariencias”.
Porque eso sería decir: Los fenómenos reales [tienen que] traspasar, gobernados por “efectos de suciedad”, o “efectos de neblina”, o creando ilusiones. Para nosotros, la realidad es aquello que actúa de manera perceptible y sensorial, no como una cadena de acciones allá afuera, sino que actúa en mí, dentro del tapiz de mi experiencia de pensar. La realidad es siempre una idea de un todo, no los detalles materiales; la realidad es un tejido “tejido”, ya que cada piedra está tejida a partir de cada pieza.

Así, como un movimiento tangible que surge de la oscuridad de la noche, el amanecer nos atrae con todo el poder de la creación hacia el camino de la luz. El poderoso triunfo del amanecer sigue al brillo de la suave belleza del amanecer. Los colores se extienden a nuestro alrededor y ahora moramos en la brillante tierra del día. Los caminos de luz se convierten para nosotros en caminos de vida. La certeza de la vida se basa en tales experiencias del mundo abierto y manifiesto.

Después del amanecer vivimos con seguridad en la mañana iluminada de manera activa, completamente humana, ya que la luz que se entrelaza delicadamente relaciona cada cosa particular del mundo con el todo. Esto proporciona estímulo y ejemplo para nuestro pensamiento y nuestro esfuerzo. Entonces, como seres humanos, deberíamos encontrar nuestro camino hacia la totalidad.
Pronto, el mediodía nos hace retroceder con su ultraluminosidad y su dureza, con su hacer-discreto. Con un viaje de estudios o experiencias similares duplicadas en experimentos de demostración, los estudiantes no experimentan la luz simplemente como una cosa más en el mundo, un acontecimiento útil y rentable (que se enciende a voluntad), sino que la experimentan como un elevado proceso cósmico. , que ante todo está unido con toda conciencia, todo crecimiento, etc. Dejamos que los niños entren desde tal gestalt al estudio de la luz. Para ello es absolutamente necesario analizar y discutir delante de ellos muchas observaciones individuales, y uno tiene la esperanza de que a lo largo del año lo descubrirán de nuevo.

Si ahora empezamos a investigar el entrelazamiento de la luz y la oscuridad, que sin darnos cuenta constituye nuestra conciencia diurna (como base para ella, como vimos), primero debemos investigar en qué medida esta conciencia diurna crea una claridad u oscuridad independiente, separada del entorno.

### 1.2 imágenes residuales y fenómenos de contraste

la actividad perceptiva de la gente civilizada está demasiado controlada exteriormente y carece de libertad. Para que los estudiantes puedan encontrar más tarde, ya a esta edad, el camino hacia una experiencia saturada del mundo, enriquecida interiormente:
Aunque todavía estamos tan abiertos a los sentidos, es importante con las imágenes residuales ejercer una percepción abierta, voluntaria, concentrada pero extendida, que observe cuidadosamente

Machine Translated by Google



todo. Con las imágenes posteriores se desarrolla esta escucha visual, por ejemplo, si no limitamos nuestra mirada, como de costumbre, a fijarnos en el borde del objeto como si quisiéramos perforarlo con los ojos, sino que nos despertamos inmediatamente. hasta los rincones más lejanos, mirando a lo largo y ancho del entorno, abriéndonos al panorama completo y experimentando cómo todas las superficies en el campo de visión se relacionan entre sí.

El contraste simultáneo se muestra en primer lugar al presentar cómo una tira de papel gris posee un valor de gris diferente en un entorno blanco brillante que en un campo oscuro. No hay una sola partícula de superficie en el mundo que pueda poseer un valor de brillo constante. Todo depende del entorno y, por tanto, de toda la situación: el fondo, la dirección de la vista, etc. La corteza de una rama delgada aparece negra delante del cielo blanco brillante; pero la corteza del tronco ante el cielo (y también la delgada rama ante los abetos oscuros) es gris verdosa, o gris, en cualquier caso no negra. En la naturaleza todo cambia según las estaciones, la hora del día y el clima. No se puede decir qué color exacto tienen “realmente” las ramas; primero hay que construir un telón de fondo “normalizado”. Definitivamente hay una cierta tendencia del color: no todo nada en confusión, sino que en su variabilidad con el entorno, el lugar y el tiempo, forma una imagen del mundo que es legal, aunque en constante fluctuación. De lo contrario, todo quedaría aislado y rígido; un mundo de objetos acabados, encerrados en sí mismos, no puede mantenerse en relación consigo mismos, ni con el ser humano, ni con el cosmos.

Sin embargo, el juego constante de delicadas transformaciones de las cosas vistas revela tales relaciones. Porque todo tiende a la totalidad: las superficies brillantes se oscurecen frente a la claridad, pero se vuelven más brillantes frente a la oscuridad. Todo se metamorfosea hacia una armonía: una igualación entre brillo y oscuridad. [Sólo si consideramos que las sensaciones pueden rastrearse hasta las terminaciones nerviosas (que en sí mismas, como algo perceptible, son producto de las experiencias sensoriales!), y elegimos no ver las sensaciones como originadas en el mundo, estaremos tentados a situar las sinapsis cruzadas inhibidoras de los nervios aferentes como una causa fundamental y “subjetiva” de los fenómenos de “contraste simultáneo” (imagen residual).]4 Esto también funciona con límites de color: una franja gris sobre una superficie coloreada muestra un color complementario tenue. Aquí se pueden realizar todo tipo de experimentos adicionales.
(Las sombras de colores pueden dejarse de lado en sexto grado, porque son demasiado difíciles de aclarar si no queremos trabajar con los aún poco claros “rayos de luz de colores”).

la imagen residual (contraste sucesivo) muestra la misma reacción que el contraste circundante (contraste simultáneo): lo brillante se vuelve oscuro y viceversa. Además, reaparecen colores complementarios. Así, las imágenes residuales poseen una

Machine Translated by Google



Luz mágica y luminosa que surge de colores iniciales muy pálidos, una luz que depende sólo de nuestra visión y no de la luminosidad exterior. Aquí nos encontramos con un poder de visión iluminador y lleno de color. Este tema suele ser muy popular entre los estudiantes. Se investiga de antemano esta serie creciente de fenómenos. Una aproximación a esta complementariedad, que nunca se logró del todo, quizás se vea también en los colores del cielo del amanecer y del atardecer. El penetrante naranja melocotón del sol nada sobre un turquesa que se aleja... Los estudiantes pueden verificar los colores creados por los ojos y por el cielo pintando un círculo cromático.

## 1.3 co-brillo [brillo conjunto]

Los conceptos convencionales requieren una observación preliminar: al menos en los grados 6º y 7º, evite hablar en términos de radiación o movimiento de la luz, la velocidad de la luz y, sobre todo, de rayos. En ningún momento debemos atribuir conceptos a causas físicas para deducir de ellas percepciones, para explicarlas.
Las relaciones del mundo visible —como ya hemos visto en estas pocas observaciones— se muestran ricamente diferenciadas, muy extensas, formando un gran todo. El organismo extendido del mundo iluminado por el sol, lleno hasta los confines de riqueza significativa, no debe interpretarse en términos de “rayos de luz” que luego se considerarán enfocados juntos. Esta idea conceptualizada como infinitamente enfocada, total y fundamentalmente invisible, atraviesa el mundo infinitamente extendido que experimentamos, el tapiz de los sentidos, que al final se supone que se reorigina a través de la pura adición de tales rayos atomistas extraños. . En esto consiste, después de todo, el intento de superponer constantemente innumerables caminos [de luz] individuales hacia la luz manifiesta que es siempre coherente.

Estos rayos individuales (los rayos de luz) no tienen nada que ver entre sí; se los considera entidades autosuficientes, aunque, desde luego, nunca aparecen aislados como motas individuales de luz u oscuridad. Ciertamente, inicialmente podemos desarrollar la noción de linealidad (rectitud de visión) basándonos en la relación que los bordes de varias áreas iluminadas tienen con la luz, por ejemplo, relaciones en el espacio detrás de un cuerpo que proyecta sombras. Sin embargo, no se pueden transponer estos elementos idealizados, formados a partir de conexiones mentales, en algo físico, ni convertirlos en una parte autoexistente del mundo para designar una materialidad fina e imperceptible (rayos de luz que fluyen) como la causa del brillo. 5

lo tangible proporciona una oportunidad mucho más fácil de comprender el mundo objetivamente. A diferencia de la experiencia visual de la luz, esta tangibilidad traspasa su propio ámbito. La luz es ante todo una idea de coherencia, no un objeto autosuficiente.

Machine Translated by Google



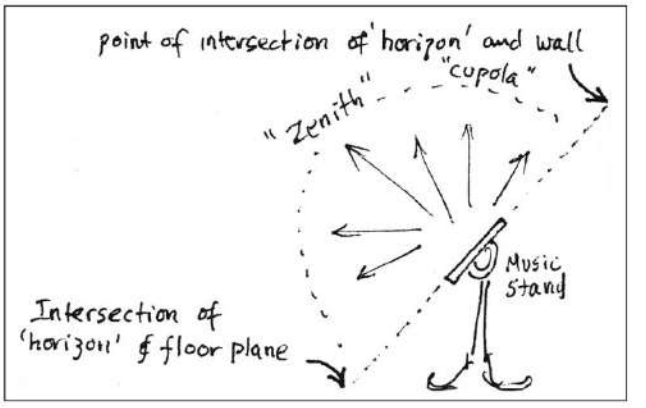
en el mundo corporal: ¡así enseña la dualidad onda-partícula de la nueva física!
Sin embargo, dado que la luz será a menudo comprendida popularmente (también por los estudiantes), exclusivamente como “rayos”, inicialmente apenas deberíamos usar la palabra luz. De este modo podemos educar a los niños en sus propias percepciones y pensamiento independiente, en lugar de remontarse a modelos tangibles de cosas invisibles y movimientos purificados (movimiento mecánico foronómico). Aquí sólo hemos indicado cómo la orientación por la que se lucha tiene claramente una base fenomenológica profunda; esto ha sido elaborado por otros investigadores. 6

Las conexiones más simples pueden establecerse al inicio de nuestros estudios sobre la luz, con el objetivo de descubrir el tapiz siempre presente de luz y oscuridad que nos rodea [ver Op 2]. Colocamos una hoja de papel sobre la mesa frente a nosotros, la deslizamos hacia nuestra ropa y nos inclinamos sobre ella: ahora existe en el papel un destello del color que tenemos en la parte superior del cuerpo. Si ahora colocamos un trozo de papel más blanco delante de nuestra camisa oscura (por ejemplo), la primera hoja se vuelve más blanca, más brillante. Podemos expresar el fenómeno así: cuanto más brillo hay sobre una superficie, más brillante es. Con esto hemos formulado la luminosidad como una conexión con sus condiciones exteriores, no causada por una ley interior. Ahora investigaremos más de estas condiciones.

## 1.4 brillo y todo el entorno.

¿De qué depende el brillo de la cubierta de un libro colocado sobre un atril?
Si ampliamos el plano del atril (hasta donde sea visible), obtenemos un plano del horizonte como sigue:

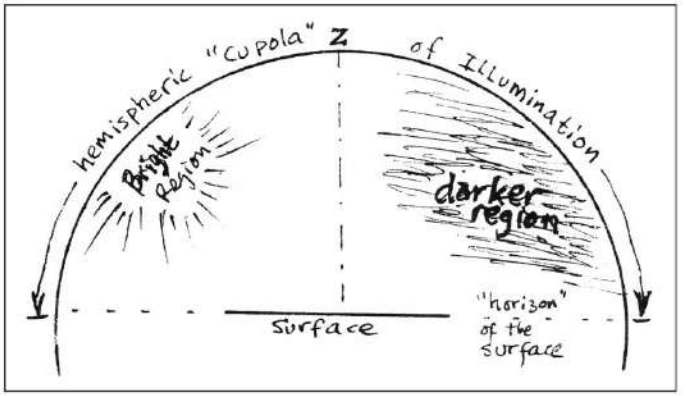
Todo lo que es brillante u oscuro sobre este plano del horizonte está en relación con el brillo de la superficie de la cubierta del libro. El brillo o la oscuridad sobre el plano claramente tiene un efecto, es decir, tiene una relación con la cubierta del libro, siempre que podamos ver las regiones brillantes u oscuras desde la posición del libro. Imaginamos nuestro ojo en la superficie de la cubierta del libro (como si hubiera una pequeña abertura y miramos hacia afuera): Esta vista, mirando hacia el espacio que rodea




El plano del horizonte alrededor de un atril.

Machine Translated by Google






La “cúpula del cielo” o cúpula

la superficie, la llamamos “cúpula celeste” (media cúpula). Esta cúpula no es algo de mampostería, sino una cúpula de visibilidad, más precisamente: una media cúpula de lo que se puede ver en la cúpula. Una de estas “cúpulas” siempre pertenece a cada superficie. Si hay una lámpara en la habitación, entonces todos aquellos lugares son brillantes (co-brillantes) que tienen la lámpara como un punto brillante en su cúpula; y ciertamente, son más brillantes cuanto más grande parece el punto de la lámpara (visto desde su lugar) y cuanto más cerca está el punto de la lámpara del cenit de la cúpula. Podemos demostrar “horizonte y cúpula” para superficies horizontales o inclinadas con una bombilla atada a un cable largo (Op 2b). Paso a paso, atravesamos toda la media cúpula de la cúpula, a una distancia constante del papel (ver figura), y luego, finalmente, dejamos pasar la lámpara por debajo del plano del horizonte.

Luego podemos pasar al intrigante experimento con el “globo que todo lo ve” (Op 3). Se trae al aula un globo terráqueo blanco mate del tamaño de una cabeza. “Acompaña” en luminosidad a todo el espacio que tiene delante, p. ej., iluminando el lado de la ventana. Cada punto es brillante en la medida en que los objetos brillantes se encuentran en la media esfera (la cúpula celeste) sobre el punto en cuestión del globo. Es decir, cada punto del globo es brillante en la medida en que uno puede ver el brillo mirando (desde su plano) hacia su media esfera (cúpula celeste).

Y los puntos adyacentes en el globo están, en su mayor parte, orientados hacia diferentes... aunque similares: cúpulas celestes y, por tanto, el globo muestra transiciones graduales de un lugar a otro. "Ve" la proporción de luz y oscuridad a su alrededor y forma una imagen de ello. También podríamos dejar que un huevo de gallina “vea” de manera similar su entorno. Ahora, con una tela oscura, levantamos una carpa abierta hacia los estudiantes, colocamos el globo terráqueo dentro de ella y mostramos a la clase que del lado correspondiente al interior oscuro, se oscurece más (Op 4).

Un brillo que sigue los cambios de la cúpula celeste lo denominamos claro/oscuro correspondiente, coloración correspondiente, en resumen: cobrillante. Sin embargo, en esta serie, cada superficie aporta una mezcla constante y duradera: su propio color.
Pero aquí no investigamos eso, ya que primero investigamos las conexiones con las variaciones en el entorno: la cúpula. Cada superficie cobrillante proporciona quizás un medio para distinguir el brillo puntual en su cúpula.

Machine Translated by Google



## 1.5 brillo propio/oscuridad propia

Ahora, toma este globo e inviértelo sobre la bombilla (Op 5), que encendemos un poco usando nuestra fuente de alimentación variable; el globo emite un brillo fantasmal. Se corta la conexión con el entorno; ¡incluso en la oscuridad de la tienda permanece brillante!
Antes, la situación era que el brillo engendraba brillo (se confería una apariencia más brillante a algo que tenía brillo en su cúpula); ahora, a pesar de una cúpula oscura, el brillo persiste. Además, visto frente a un entorno oscuro, ¡parece aún más brillante! Las superficies orientadas hacia él incluso pierden sus conexiones de brillo anteriores.

Esta nueva luminosidad no sólo afecta a la lámpara misma, sino que también existe en un círculo alrededor de ella, al mismo tiempo que cerca de la lámpara. Alrededor de este lugar existe una jerarquía de luminosidad particular, que ya no se refiere a la luminosidad diurna sino que se orienta a la luminosidad central: la lámpara. Este brillo de la lámpara que se opone al entorno lo llamamos “autobrillante” o autoluminoso, en contraste con el cobright que sigue el brillo de la cúpula. En la medida en que no sólo la propia lámpara ha quedado fuera de la conexión con la luz diurna, sino que se encuentra en medio de toda una jerarquía de superficies iluminadas que acompañan cada movimiento del globo, también podemos designar al globo como “autoluminoso”. .” De este modo, la frase fuente de luz (que sugiere una fuente material) es reemplazada por algo que podemos encontrar fenomenológicamente, algo que expresa la relación de las superficies orientadas con su entorno, es decir, hacia los cambios en sus cúpulas.

Una superficie autobrillante se reconoce porque es demasiado brillante para su entorno; En cuanto a las diferencias de color, esto nunca ocurre con las superficies cobrillantes. También se puede demostrar que una superficie es autobrillante de la siguiente manera: si colocamos un punto muy brillante (por ejemplo, una lámpara) en su “cielo”, más cerca y luego más lejos, la superficie en cuestión no aparecerá diferente. O bien, se cierra completamente una superficie y el cuerpo que la lleva dentro de una caja: debe permanecer brillante aunque aislado del brillo del cielo. El co-brillante acompaña a la cúpula, el autobrillante es la cúpula opuesta.

Como investigación adicional, mostramos la autooscuridad (Op 6): para la vista (no para el tacto), una pequeña abertura en una caja de cartón grande es parte de la superficie visible de la caja. Esta “superficie de apertura” permanece constantemente oscura, a pesar de la ubicación o la proximidad de objetos brillantes a su alrededor. Así como lo autobrillante se opone a un cielo oscuro, esta “superficie” autooscura se opone a un cielo brillante. Sólo las cavidades con aberturas relativamente pequeñas se oscurecen por sí solas; Las superficies exteriores pintadas de negro, por el contrario, siempre son algo luminosas y acompañan el cielo.

Machine Translated by Google



## 1.6 cielo y tierra

Nuestra introducción del brillo visible de las superficies no dice nada sobre el origen interno del brillo. Lo característico de la luz es que aparece por primera vez en un tejido exterior. Son precisamente conceptos tales como autobrillante, cobrillante, etc., los que abarcan ese aspecto de la luz. Son descripciones de las relaciones entre el brillo y su cúpula, lo que requiere que nos centremos principalmente en la cúpula para investigar estas relaciones. Entonces entendemos que se altera lo visible desde la superficie, es decir, las posibles vistas desde la superficie, no el cuerpo en sí. Si, por ejemplo, colocamos una superficie autobrillante en la cúpula (Op 2), ese es el hecho óptico; el hecho en el espacio tangible es la lámpara objetiva colocada cerca. Las superficies cobrillantes todavía tienen características individuales, en concreto, su color y valor de gris, es decir, valor de gris como una capacidad particular de cobrillo, asociada a cada cuerpo específico. Los cuerpos negros se acercan a la oscuridad, mientras que el blanco es más delicadamente co-brillante y co-oscuro.

Puesto que queremos perseguir una óptica de la visión, no una comprensión de su geometría, inicialmente no describimos las cosas visibles en el cielo desde [el punto de vista de] los cuerpos celestes, sino que las describimos geocéntricamente, incluso centrándose en el observador (en relación con el espectador). Estos cuerpos celestes son inaccesibles y, no por casualidad, se encuentran más allá del ámbito en el que se llevan a cabo experimentos de este tipo que moldean aún más nuestro mundo de fenómenos terrestres. Además, no tiene sentido preguntarse, al menos al principio, en qué se diferenciarían si fueran un cuerpo que pudiera trasladarse a un papel negro. No se puede preguntar nada sobre su conexión con una posible cúpula, ya que ellos mismos son nuestra cúpula terrenal. Trabajemos también una imagen del ser humano en la tierra, aceptando que no vivimos allí por casualidad. Porque no estamos interesados en la ciencia de algún ser hipotético que se aleje de nuestro mundo hacia el vacío del oscuro espacio extraterrestre. Para nosotros, el cielo no es un objeto más que brilla por sí mismo, sino la luz celestial que todo lo abarca: el sol desplegado. El brillo del cielo está constantemente en pulsación rítmica. La Luna muestra una transición entre los fenómenos de co-brillo y distancia de tipo estelar, solar y terrestre (las montañas más alejadas del horizonte). Aquí hay temas en curso para la investigación en astronomía fenomenológica.

Todo lo que es autobrillante dentro del reino terrestre exhibe características cercanas al brillo del cielo. Al principio pensamos en el fuego y las brasas, por ejemplo en antorchas, velas y lámparas de gas. Las superficies autobrillantes, así como los cuerpos y las lámparas que las forman, no pueden simplemente agarrarse y, en general, depositarse debido a su calor. A diferencia de los objetos habituales, no podemos guardarlos libremente para tenerlos disponibles para sacarlos más tarde a voluntad. No son cosas, pero

Machine Translated by Google



procesos que surgen de ellos; Todo fuego está relacionado con el suministro de aire y el aire residual en todo el entorno. No puede seguir ardiendo bajo una campana

frasco. En esta conexión con el todo, los cuerpos autoluminosos se convierten en una imagen de la luminosidad celestial que siempre forma un todo, aunque cambia incesantemente.
Estos no se consideran completamente entre los objetos terrestres. Una luz eléctrica no es algo aparte: depende del cable de alimentación y, además, debe haber un generador funcionando.

Cuando el gran brillo unificado de los cielos brilla al amanecer, este proceso arrastra consigo a toda la Tierra: miles de colores diferentes y superficies de los reinos terrenales orientadas de manera diferente se unen a la unidad del cielo. El amanecer se cumple arriba como abajo, imparable e inmenso arriba, diferenciado e individualizado en los objetos de abajo. Sin embargo, ambos son parte del panorama que rodea al ser humano que se encuentra debajo; no pueden ocurrir por separado. Así, en la visión experimentamos que el Sol y la Tierra no son mundos separados, como si algún tipo de luz estuviera orbitando una bola de escoria en el espacio, que sólo se conecta cuando permite que los rayos de luz se reflejen desde su exterior. La relación se entiende más exactamente como una relación entre el brillo propio y el co-brillante: el fuego, como fenómeno de la visión, se extiende en la medida en que las superficies conectadas a él se vuelven visibles. Los objetos cobrillantes pasan a formar parte del proceso del fuego, sin que necesitemos el hipotético flujo de rayos de luz invisibles. La relación entre estas superficies y su luz central es una pequeña imagen de cómo, a mayor escala, el cielo y la tierra.

También encontramos nuevamente la jerarquía en el fuego: muchas cosas menos brillantes están unidas con algo muy brillante. Y la causa de que tantas superficies cobrillantes se encuentren alrededor de la más brillante no es la luz que emana de ésta, sino simplemente su presencia. Mejor expresado: como condición, no como causa.
Que el fuego exista, es decir, que aún no se haya extinguido con agua, es la condición que permite ver el resplandor (cobrillante) del fuego. En lugar de inventar una cadena causal material, consideramos cuidadosamente las condiciones asociadas con la iluminación. La condición que permite que una superficie sea brillante es precisamente que, mirando desde ella, podamos ver el brillo.

Si ordenamos estas relaciones en una serie de brillo, después del brillo del cielo:
y su representante terrenal, la autobrillante; en cualquier caso, todavía en principio distante de la tierra, a continuación vendrían superficies transparentes. Aquí se pueden mencionar el aire (en la medida en que sea tangible), el agua y el vidrio.

Después viene la translucidez: nubes y hojas. Las superficies translúcidas tienen un brillo que no está relacionado con la cúpula correspondiente en el lado visto, sino con

Machine Translated by Google



la cúpula en el lado opuesto. Cuando miro una hoja brillante desde abajo, su cúpula de este lado es la tierra oscura; entonces debería estar oscuro. Sin embargo, la cúpula del cielo, encima de la hoja, son los cielos brillantes, y el brillo de la [parte inferior de la] hoja está conectado con ese. La translucidez determina el aspecto de la planta revestida de tierra y muestra poderosamente su verde interior. Las agujas, a diferencia de las hojas, tienen un verde mate, a menudo oscuro [opaco]; no son translúcidos sino co-oscuros con la tierra oscura (aparte del hecho de que tienen un color de cuerpo oscuro).

Muy a menudo vemos la misma hoja de varias maneras: quizás a la izquierda de la nervadura principal hay una mitad verde oscuro, mientras que el lado derecho es de un verde grisáceo más blanco. Yendo unos pasos más allá, esta bicoloración cambia repentinamente de bando. Pero la cúpula de cada mitad es constante, es la misma. Además, las mitades no se vuelven repentinamente cobrillantes u co-oscuras. Así, si miramos a nuestro alrededor, encontramos variaciones en la cúpula, por ejemplo, un bosquecillo oscuro de árboles o una abertura brillante hacia el cielo circundante. Si la dirección de la vista desde la superficie hasta este punto del cielo es simétrica a mi dirección de observación, la superficie de repente brilla con un brillo blanquecino. Ya no es toda la cúpula lo que es determinante, sino las direcciones particulares hacia partes de ella.

Podemos hablar por tanto de brillo u oscuridad direccional. Esta es la etapa preliminar del reflejo, que revela imágenes muy distantes. Esta exhibición de algo distante en un espejo se insinúa en el “brillo direccional”, en el sentido de que la superficie pierde su propio color y se acerca al color del cielo, en extremo contraste con la transparencia, cuyo “color” depende del interior del cuerpo (por cuerpo). Por interior no se entiende la sustancia interior tangible, sino más bien la forma en que el interior se encuentra con la cúpula, como se explicó anteriormente). Si no describimos el brillo direccional a partir de las relaciones circundantes (es decir, hacia el espectador) sino a partir de cualidades objetivas y tangibles, entonces deberíamos hablar sólo de la reflectividad de la superficie exterior, de las capas cerosas [en la hoja]. Y, si queremos utilizar el modelo de luz, entonces deberíamos hablar de reflexión. Hay muchas posibilidades para elegir, y aquí elegimos seguir un camino particular: el fenoménico, relacionado con el todo.

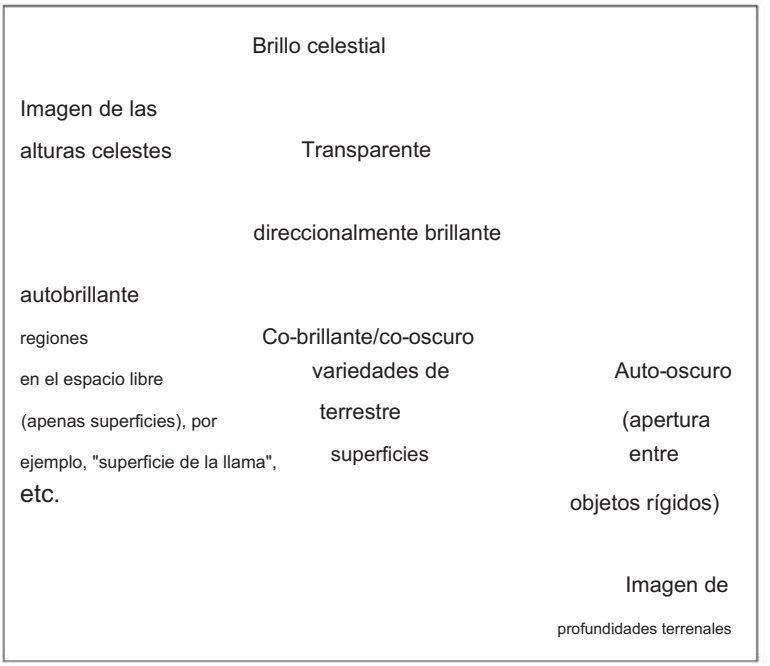
Mientras que las plantas muestran un juego entre lo transparente, direccionalmente brillante y cobrillante, la tierra sólida es casi completamente cobrillante. En conjunto, en contraste con el cosmos, es el símbolo arquetípico de co-brillante/co-oscuro. Sin embargo, si miramos la entrada de una cueva, entonces, como expresión del interior de la tierra, aparece la oscuridad propia. Al igual que la autoluminosidad, la autooscuridad sale de la vida natural hacia los extremos, pero hacia el otro lado: la autooscuridad es el representante de la materia impenetrable, la autoluminiscencia de los cielos intangibles.

Machine Translated by Google



1.7 descripción general

Se pueden ordenar los conceptos básicos de una ciencia fenomenológica de la luz en una imagen correlacionada entre el cielo y la tierra:




## 1.8 una nota sobre metodología

Mirando hacia atrás, notamos cuán diferentes son los conceptos aquí elaborados de los tradicionales. Evidentemente, los alumnos hablarán de la luz que “sale” de un proyector o “entra” por la ventana. Esto generalmente es suficiente, especialmente en usos técnicos, donde (al no querer entender las cosas de manera integral) se ignoran los efectos y se dejan pasar algunos. En la medida en que ella elimine los experimentos, también el profesor adoptará esta forma de pensar material-técnica y también permitirá que los estudiantes la utilicen con calma. Sin embargo, si uno desea considerar las grandes conexiones de luz entre la tierra y el cosmos y no quiere principalmente lograr la manipulación de la naturaleza, sino que desea comprenderla y experimentarla, entonces los conceptos inusuales desarrollados aquí, solo porque son inusuales, serán ser de ayuda para rastrear constantemente de nuevo las conexiones de luz en todas sus manifestaciones.

Con ello dejamos abierta la cuestión de qué es realmente la luz. Así, los estudiantes reciben ideas que no están terminadas, que no tienen un marco completo como los modelos teóricos. Más bien planteamos ideas que se transforman, se llenan hasta sus raíces y se alimentan de experiencias del mundo. Con este objetivo, bueno

Machine Translated by Google



Apoyándonos en los fenómenos, junto con los estudiantes nos alejamos de conceptos convencionales (rayos de luz lineales, fuentes de luz) y experimentamos y trabajamos conscientemente cómo el cobrillo y la transparencia se entrelazan con el sol. [7]
De este modo podemos conectar las posibilidades del alma interna de asumir la realidad del mundo de una manera más diferenciada, multifacética y activa de lo que es posible con el concepto de rayo geométrico. La luz es, entonces, un entrelazamiento de conexiones extendidas de lo visible, es una idea, captada en espíritu, no en una vaga "neblina azul", sino como un concepto interno de las conexiones de la luz y la oscuridad, elaborado a través de y experimentado mientras tanto con nuestros propios sentidos. En este contexto podemos decir nuevamente: La luz "entra por la ventana", ya que aquí todo lo que hay dentro está en una relación regida por el brillo del cielo fuera de la ventana. Si uno ve esta pura naturaleza conectiva de la luz, entonces también insinúa su parentesco con el pensamiento humano iluminado.

No depende de que esto último sea una idea reconocida. Más bien, es importante que el profesor presente no sólo hechos convencionales sino que él mismo manifieste estas posibilidades ideales. Luego, puede preparar primero con los estudiantes para que basen sus ideas en una visión inclusiva de las percepciones externas. Esta conexión obvia de conceptos e ideas con percepciones debe practicarse en la etapa previa a la pubertad para que, más tarde, en los grados 11 y 12, los estudiantes anhelen interiormente una configuración crítica de ideas en campos de percepción que van muy lejos. . La certeza de las ideas la da inicialmente el profesor de la clase.
Ya se puede practicar la actividad activa con ideas y percepciones; más tarde surge el intento de obtener tal certeza a partir del propio juicio, ya que antes se experimentó la posibilidad de tal base para las ideas.

### ii. ver y el sol

Los nuevos conceptos desarrollados hasta ahora en la planificación del plan de estudios deberían aclararse nuevamente desde otro punto de vista y aplicarse a otros fenómenos ópticos. Además, pueden resultar útiles varias recapitulaciones.

#### 2.1 ¿Cómo y por qué la óptica?

El valor de una óptica experiencial: Se cuentan muchas cosas maravillosas sobre la luz a lo largo de la historia. Desde la historia de la creación hasta Fausto y los dramas de misterio de Rudolf Steiner (y en Estudio del hombre, Conferencia 7), fluye una historia del carácter esencial de la luz. Y un delicado misterio se apodera del oyente cuando la luz va a ser revelada, como si hubiera una profunda cuerda interior que resonara ante su descubrimiento.

En el primer curso de ciencias naturales para profesores, Rudolf Steiner llegó a la siguiente conclusión: "Nadamos en la luz... Algo en nosotros nada en esta

Machine Translated by Google



espacio iluminado y se une a él. Sin embargo, basta con reflexionar un poco sobre la situación real y objetiva y encontraremos una gran diferencia entre este ser unido a la influencia directa de un entorno lleno de luz y el ser asociado que tenemos como seres humanos, es decir, con el condiciones de calidez del ambiente."8

Estas palabras constituyen una conclusión global al final de un largo viaje a través de muchas consideraciones. ¿Cómo debemos entenderlos? Este "nadar en la luz" debe entenderse, no simplemente aceptarse. Aquí no se trata simplemente de un baño de aire, un baño de luz que nos da la sensación de nadar en la luz. Más bien se entiende como una especie de "reflexión" consciente. Esta reflexión no es una teoría altisonante sobre la luz; es más que un montón de física abstracta (fórmulas, medidas, modelos). Básicamente, no se trata de descubrir algún trasfondo allá afuera, sino de penetrar primero con pensamientos razonados nuestras propias experiencias y cómo vivimos en la luz; es decir, con pensamientos que captan nuestras propias percepciones, nuestra experiencia de nadar en la luz, para que encontremos la luz en nuestro mundo en una nueva etapa.

Los rayos electromagnéticos de la física, por el contrario, son fundamentalmente oscuros; sólo pueden formularse sin ningún tipo de sensación de brillo. Estos conceptos no nos llevan más allá de la tecnología física. 9 En último análisis, la certeza o prueba de los rayos concebidos en tal sentido físico se deriva de la decisión de plantear la hipótesis de un mundo objetivo separado, no percibido, autoexistente, en el que sujeto y objeto [percepciones y concepciones] tienen una independencia 10 . Así, podemos utilizar el concepto de rayo para existencia. trabajar de una manera que cuantifique y calcule la objetividad que así ha surgido. El ser humano parece entonces innecesario, [supuestamente] reaccionando con sensaciones subjetivas a un mundo que está constituido de manera completamente diferente; y, sobre todo, ya no se puede encontrar su conexión con la naturaleza esencial de la luz.

Nuestras investigaciones, por el contrario (y esto se desarrolla más adelante a continuación), deben estar vinculadas a la experiencia perceptiva, hasta el momento en que ésta sea desmembrada y distanciada por modelos objetivos del mundo a algo meramente causado por objetos materiales. También queremos reemplazar el pensamiento aproximado constantemente exorcizado [umdenken], precisamente aquí, donde comenzamos a practicar el pensamiento. Sólo entonces podrá resultar fructífera la cita anterior de Steiner.

La ciencia de la luz es verdaderamente el campo de entrenamiento para una ciencia que nuevamente desea vincularse a la experiencia intencional del ser humano. Goethe y Steiner, los padres de este acercamiento a la naturaleza, trataron ante todo temas de la física y especialmente de la luz, no principalmente históricamente, sino experimentalmente, ¡a partir de los fenómenos!

Machine Translated by Google



Una ciencia adecuada de la luz es una formación fundamental para todas las búsquedas posteriores de conocimiento. El Dr. Steiner expresó esto al discutir la enseñanza en el grado 12: “La óptica es muy importante, ya que en la vida espiritual las partes individuales están muy conectadas entre sí... ¿Por qué no se logra una verdadera teoría del conocimiento solo allí? Porque, desde que Berkeley escribió su libro sobre la visión, nada más correcto ha penetrado la visión con el conocimiento”. ¡Tampoco se trata de cuantos míticos más allá de la esencia de la luz, sino más bien de una ciencia de la luz como método para aquí mismo! Buscamos una ciencia luminosa de la visión real libre de hipótesis: como prototipo de una ciencia fenomenológica (goethiana) justificada desde el punto de vista de la epistemología [teoría del conocimiento].

## 2.2 ver (visión) y voluntad

Al utilizar el término “saber”, no nos referimos a un reflejo forzado del mundo existente en el que pensamos, sino a un reconocimiento de la naturaleza en el arte de pensar, que es un acto humano libre. Sólo en la medida en que aprendemos a observar lo que hacemos podemos diferenciar en general nuestros métodos de conocimiento.

La visión se considera en este sentido. Inicialmente no preguntamos sobre las condiciones de brillo alrededor de los objetos vistos; más bien, nos preguntamos acerca de nuestra propia intencionalidad (atención voluntaria) en la visión, es decir, cómo esta actividad de la voluntad genera la visión y la transforma. Por lo tanto, inicialmente no se tienen en cuenta las lentes ni las estructuras de rayos para el ojo; en cambio, utilizamos el ojo mismo sin saber nada del ojo como objeto. En el capítulo introductorio, “Sobre los colores fisiológicos”, de su Teoría del color, Steiner señala: “Goethe trata del ojo sólo en la medida en que ve, y no a través de una explicación de la visión a partir de diversas observaciones que se pueden hacer en un ojo muerto. ”11 En este sentido seguimos el ejemplo de Goethe. Al mismo tiempo, deseo señalar que somos activos en el acto de percepción. Porque la percepción no tiene valor como proceso pasivo, mediante el cual los estímulos o la información se abren paso mecánicamente hacia el interior, sino que la percepción es un proceso creado por la voluntad activa y encarnada.12

Así, en nuestra introducción a la visión, podemos poner en primer lugar el encuentro con el amanecer: la transición de la noche profunda al día brillante y colorido. Avanzar a tientas a través de la oscuridad total de un sótano hasta llegar al lejano resplandor de una luz y luego a la luminosidad cada vez mayor de una bombilla en una habitación oscura puede servir como sustituto en el aula. En la oscuridad total, nuestra experiencia de orientarnos hacia nuestro entorno es completamente diferente. Con el tacto apenas podemos descubrir las verdaderas proporciones de las cosas: una mesa parece infinitamente larga en una dirección.
Los sonidos lejanos nos mantienen prisioneros. Los pensamientos amenazadores son difíciles de superar y el pensamiento lúcido se vuelve esporádico. Saludamos el brillo tenue en el

Machine Translated by Google



la distancia con el anhelo como primer punto de orientación sólido y persistente. Y un rayo de luz, una vela, establece una región sobre la que mi atención se dirige inmediatamente, hacia la que me presiono para establecerme allí. Porque allí, fuera de los contornos bidimensionales de mi entorno, aparece el primer amanecer gris de un mundo diminuto en el que puedo mirar a mi alrededor con certeza y orientarme. Ahora puedo ordenar las superficies brillantes entre sí, ya que ahora puedo captar objetos que tienen límites. Y los colores dan alimento a mi alma. En el mundo iluminado por el sol, por fin me siento completamente seguro, completamente objetivo.

Nuestra comprensión de esta forma adecuada de ver varias superficies brillantemente iluminadas ahora puede ampliarse reconociendo también la contribución que nuestro sentido del movimiento hace a la visión. El movimiento de “ojo cruzado” (dirigir los ejes de la visión juntos), “apretar” (enfocar/acomodación) tanto como “poner los ojos en blanco” (trazar los bordes de una forma) a través del movimiento, otorga un término a nuestro sentido de existencia conectando el sentido de la visión con el sentido del movimiento. Me siento rodeado de objetos: están situados allí, donde mi visión “traza” sus posiciones, como con un miembro invisible. Dos cosas preceden a tal conclusión de objetividad:

- La delicada musculatura de fijación está activa al poner los ojos en blanco, cruzarlos y enfocar; la voluntad actúa en una forma corporalmente observable.
- Nuestra atención visual es guiada hacia adentro al fijarse en esa porción del campo de visión que deseamos mirar; La voluntad animada está guiada por sentimientos, deseos e intenciones.

Esta actividad de fijación es ciertamente deseada, pero hoy en día normalmente no se produce ni se experimenta conscientemente. A la actividad atencional de fijación se suma una experiencia comprensiva de identificar o concluir qué es lo que estamos viendo, también deseado y autodirigido. Este comportamiento ordinario, que algún día cambiará, produce dos resultados:

- Mi conciencia del Yo se vuelve lúcida e inquebrantable desde que Continúa constantemente de nuevo esta actividad del alma de concluir. El ojo normal mira constantemente libremente. Mi conciencia diurna lúcida crea esto en mí como una actividad placentera y plena.
- La experiencia de mi alma recibe ricos contenidos a través de los múltiples objetos que veo, que están constantemente a mi alrededor (en contraste con el oído). Este contenido, sin embargo, me deja libre; nunca domina (es decir, como un sonido extraño). Tenemos plenitud y distanciamiento al mismo tiempo.

Machine Translated by Google



¿Cómo me doy cuenta de que estoy viendo (no oyendo ni soñando)? Nunca a través de los contenidos puros de la percepción, sino sólo mediante una actividad anímica conectiva como la que aquí se esboza. La conclusión de la objetividad en el espacio (y de la organización de las cosas en el espacio que me rodea, dada simultáneamente con ella) de la que tomo conciencia en el pensamiento, es el contenido de una delicada actividad mental con la que dirijo mi intencionalidad perceptiva y la transformo en un contenido. ; esta actividad me indica que tengo un contenido visual, que estos contenidos me son dados perceptivamente y, ciertamente, me son dados. Por lo tanto, siento: veo. Si trabajamos en estos aspectos de la visión, podemos “ver” dos cosas:

- La conclusión hoy en día de que las percepciones son “causadas” por los objetos es un hábito de conciencia, que ocurre por sí solo (en esta “era del alma de conciencia”, desde aproximadamente 1413).
- Sin embargo, esta conclusión es obra nuestra y no es un componente integral del contenido de las percepciones.

Si queremos conectarnos con las percepciones mismas, primero también debemos dejar de lado la incesante identificación de “partes” objetivas del mundo. Porque primero debemos tener claridad en nosotros mismos. Sin embargo, eso no suele suceder. Sólo puede ser creado intencionalmente, nunca dado externamente mediante una abstracción abundante, por un lado, ni provocado automáticamente por objetos de percepción, por el otro.

## 2.3 la periferia (alrededores) y puntos únicos;

paisaje

De acuerdo con tales distinciones, el camino ahora está despejado para redescubrir un arte perdido de ver: la visión periférica. Hacemos uso de todo el campo visual de ambos ojos en lo que se extiende hacia la izquierda y hacia la derecha, hacia arriba y hacia abajo. Si nos entregamos intencionalmente por un momento a esta visión, observamos que girar, apretar la lente y cruzar los ejes de la visión (como ya hemos indicado para una mirada fija) siguen siendo actividades de las que somos inconscientes. De manera similar, la conclusión de la objetividad se desvanece y experimentamos con bastante fuerza la concordancia de brillo y la confluencia de colores: experimentamos un entorno de brillo y color en su conjunto. La sensación de bienestar y recuperación que surge de un paseo al aire libre depende en gran medida de la existencia de tales totalidades (campos, bosques, cielo). Por supuesto, examinamos los sectores periféricos uno tras otro con una visión fija, pero la impresión general de la visión periférica está disponible sin ella y es más que una suma de los objetos individuales vistos fijamente. Tiene una cualidad propia que actúa constantemente con delicadeza en nuestros sentidos vivientes. Todo este entorno está en reposo; al menos eso

Machine Translated by Google



no se mueve voluntariamente, como un automóvil. Conduce a una vida menos mental, más vegetativa y fortalece las fuerzas vitales; por el contrario, la visión fija engendra fuerzas de conciencia y derriba las fuerzas vitales. El profesor ya utiliza esa visión periférica, por ejemplo, cuando presta atención a la experiencia de toda la clase con su sentimiento.

Si determinamos las condiciones exteriores que acompañan la luminosidad de una superficie especialmente orientada, nos damos cuenta, con sorpresa, de que en realidad no existe una visión fija, separada de la influencia del entorno. Una superficie cobrillante es brillante en entornos oscuros y en entornos oscuros es brillante; la sensación de luminosidad no se produce sin que el entorno ejerza una delicada influencia. Si miramos algo a través de un tubo de papel ennegrecido por dentro (para excluir el entorno), el tubo actúa como entorno: la superficie en cuestión parece más brillante y, por tanto, espuria.

Las “piezas” individuales de brillo mantienen constantemente una delicada relación con el entorno; no ocurren como cosas completamente aisladas, separadas del mundo. No existe ninguna superficie cuyo brillo sea independiente del entorno. El brillo no es algo así como el área en pulgadas cuadradas o la masa del cuerpo. En esto notamos una especie de ecualización, como en las imágenes secundarias: si salimos de la oscuridad, entonces un brillo moderado parece más brillante que cuando salimos de un entorno más brillante a un entorno menos brillante. Por lo tanto, una superficie de brillo medio “es” tan brillante como se ve aquí y ahora. Porque para llegar a la realidad queremos partir de la percepción, y sólo ésta puede ser nuestra realidad constante a lo largo del camino. (En la Teoría del color de Goethe se describen fenómenos adicionales de contraste simultáneo y sucesivo y de “irradiación”.)

Si tomamos como real lo que realmente se ve (y esto es al menos pedagógicamente correcto), entonces, en el sentido de lo que ya se ha representado, podemos reconocer que todas las superficies claras y oscuras de nuestro entorno forman constantemente relaciones y un todo discreto, que compensa los cambios de hora del día. Sin embargo, el estudio del estado de cosas a lo largo del día es un tema difícil. Por lo tanto, en la enseñanza trabajamos a continuación para comprender las condiciones bajo las cuales nosotros mismos alteramos el brillo de la superficie, por ejemplo, cuando proyectamos sombras o introducimos una luz. No buscamos sólo referentes en óptica atmosférica sino también en manipulaciones experimentales. Con ello abandonamos, en realidad demasiado pronto, los estudios luminosos de la naturaleza y, como es ventajoso para un estudio concentrado, comenzamos a experimentar. Lo que tratamos al principio se denomina convencionalmente "radiación de luz".

Convencionalmente, ese estudio comienza con las “fuentes de luz”. Ambos términos surgen, sin embargo, de un modelo de luz establecido intelectualmente, así como del significado actual del uso de la palabra luz. Por lo tanto, lo haremos totalmente

Machine Translated by Google



evítelos al principio. Entonces se puede esperar expresar los fenómenos puramente y así conducir a una impresión significativa. Y sólo después veremos las ideas invasoras.

## 2.4 papel de los sentidos

Las impresiones sensoriales de claridad, oscuridad y color deben combinarse, como ocurre con la acústica, con las percepciones de otros sentidos. De este modo, en nuestro pensamiento alcanzarán la forma de realidad exterior que nos permite hablar de las cosas que existen ahí fuera. A lo largo de los siglos hemos llegado inconscientemente al punto en que sólo esta actividad de fijación en objetos externos se llama física.
De este modo no se ve la actividad misma, sino sólo sus resultados: la objetividad materialmente concebida. Entonces esto se toma como causa (como mostraremos con ejemplos), como fuente de realidad en las percepciones. Tenemos doble:

- La relación de la vista con otros sentidos [por ejemplo, automovimiento, equilibrio]
- Con nuestra actividad pensante construimos una objetividad causativa, que se presume como base.

No podemos participar acríticamente en el segundo paso inconsciente (referir todas las causas a objetos), porque es una ilusión que hemos creado: sus contenidos (por ejemplo, el objeto) son vistos como la realidad inicial y no como algo realizado dentro, a través de nuestra mente. propia actividad de formación de ideas (lo cual es correcto). Sin embargo, el primer paso, la conexión con otros sentidos, es absolutamente necesario desde el principio.
Sólo que debe ser una conexión con percepciones reales, no ya con conclusiones sobre la objetividad o con conceptos mentales que surjan del segundo paso. La comprensión convencional de la luz cae en este error, al considerar la luz como una corriente casi material, que irradia desde una fuente de luz y, finalmente, incluso medir esta difusión en términos de velocidad mecánica. Estas concepciones mentales no examinadas han acumulado los mayores obstáculos para nuestro objetivo pedagógico.

Cada conjunto de experiencias sensoriales de luz y color son inicialmente experiencias de los sentidos de movimiento y equilibrio, en la medida en que decimos: hay luz o hay oscuridad. Entre los dos lugares indicados hay un rincón de espacio dentro del cual me giro de un lado a otro (automovimiento). La dirección hacia el lugar indicado se encuentra en un cierto equilibrio o lateralidad con respecto a mi postura erguida (sensación de equilibrio que se experimenta mientras tanto). El uso inmediato de dibujos de rayos (proyectando sombras, reflejando, etc.) sería abstracto. Porque la linealidad utilizada en tales dibujos surge como una abstracción del sentido del movimiento, vinculado a él pero muy abstraído y despojado de experiencias perceptuales. Además, dichos diagramas nunca se extraen de

Machine Translated by Google



el punto de vista del observador sino desde la posición de un espectador. Los diagramas de rayos se alejan de la experiencia real del individuo.

## 2.5 el entorno cósmico

Así como en la acústica consideramos la música como una unidad tonal superior como su ocurrencia real que el ser humano moldea hacia objetivos superiores, así en la óptica la conexión real de la luz y la oscuridad con el organismo cósmico se encuentra en los cambios del día y la noche. , el curso del sol. Impregna completamente todos los dominios de la naturaleza y nuestra vida humana activa. Lo que en acústica fue un proceso cultural, en óptica es un proceso unificador de la tierra que lo abarca todo. Se opone a la oscuridad terrestre, a la mecánica individualizadora a través de la masa terrestre. También en óptica la naturaleza no nace del arte sino del cosmos, aunque todavía no es una parte objetiva de la materia terrestre.

De este modo, la base real de la óptica (el sol, la luz del cielo) se vuelve algo ilimitada, exige una lucha cada vez más elevada y desconocida de nuestra comprensión y sigue siendo claramente concreta (día y noche, tiempo solar, estación). Este esfuerzo hacia algo más elevado que, sin embargo, sigue siendo misterioso, da a la enseñanza su valor, su humanidad. En acústica es la música la que nos ayuda a lograrlo; en la ciencia de la luz es la periferia del cosmos. Incluso en experimentos en un espacio cerrado experimentamos este principio de periferia.

La ciencia de la luz es un estudio del sol. Este es un verdadero desafío. Vivimos tan profundamente inmersos en su actividad unificada y abarcadora que al principio no podemos presentar a los estudiantes nada diferenciado o diverso. ¿Por qué este gran fenómeno del sol se ha vuelto tan inaccesible al pensamiento racional? Esto se debe al desarrollo de la cosmovisión moderna, que presenta al sol como un cuerpo que está ahí afuera, alrededor del cual otros cuerpos giran, desde posiciones iniciales aleatorias, guiados únicamente por la gravedad ciega.
el sol como una bola de gas inaccesible en el espacio vacío.

Es un pensamiento completamente diferente (¡los anteriores eran sólo pensamientos!) abrir la puerta al sol. Para empezar podemos decir: En general el sol está dondequiera que actúe.
Y, más fuerte, vivimos en el sol, en su creación de luminosidad y en nuestros ritmos cotidianos. Aquí nos rodea, nos sostiene. Ese orbe exterior es sólo el aspecto externo, un símbolo distante de su poder presente e inmediato. Aquí, a mi lado, está la actividad de la “suave transformación de su época”,13 no en movimientos científicamente calculados de un cuerpo cósmico afuera en el espacio.

De este modo nos encontramos envueltos en el conflicto entre las visiones del mundo geocéntrica y heliocéntrica. Inicialmente no nos centramos en absoluto en la órbita de los cuerpos individuales, sino que queremos expresar nuestra situación local de forma libre de hipótesis, al menos tal como la experimentamos.

Machine Translated by Google



La primera experiencia perceptual que investigamos con los estudiantes bien podría (como ya se indicó) ser el amanecer; mejor en un viaje de estudios después de viajar durante las últimas horas de la noche. La noche sigue siendo eterna. Con las primeras luces de la mañana, comienza a tener efecto sobre nosotros lo que podemos llamar sol o tiempo. Que el sol se transforma con el amanecer se convierte en un estruendo se expresa artísticamente en Fausto (Prólogo y escena de Ariel). Los pueblos nativos informan sobre el sonido remanente del sol (Laurens van der Post, El corazón del cazador).

## 2.6 contraste de color simultáneo

Después de haber encontrado la unidad superior en nuestros estudios de la luz con el sol y la tierra, es decir, haber "recuperado el sentido", nos encontramos con una nueva cualidad: el color. Esto se nos da al mismo tiempo al amanecer.

Como ocurre con todos los fenómenos celestes, los colores nunca aparecen desconectados o separados. El turquesa pálido y el amarillo verdoso responden a un rojo penetrante de la mañana, con pequeñas manchas pintadas sobre los demás colores en las nubes individuales. Y, después, el primer azul de la mañana responde al naranja del disco solar, aún bajo.
Sólo cuando la oscuridad se supera por completo se pierden los cambios de color, prefiriéndose al azul uniforme y duro del firmamento y al sol brillante e inaccesible. Y así como el sol sale, no sólo sobre el cielo sino también sobre la tierra, así también el día reina aquí a nuestro alrededor. De la manera ya descrita, la claridad hace posible nuestra conciencia objetiva, crecimiento y libertad; tenemos el sol.

No está muy lejos; es el proceso solar en nosotros. El disco en el cielo es el símbolo distante, el signo regente de estos procesos.

Un segundo signo de este tipo es el [globo del] ojo. Una vez más, no recurriremos a la presentación convencional de que los rayos de luz entran desde el exterior y luego vemos imágenes a través de nuestro nervio óptico. Nuestro enfoque tiene que ver con nuestra penetración en el exterior con nuestra actividad, viviendo realmente el exterior en una visión activa.

## 2,7 imágenes residuales (contraste de color sucesivo)

Para conocer el ojo como órgano activo, ahora investigamos imágenes posteriores. Primero apoyamos la mirada en el punto de intersección del marco de la ventana y los cristales, luego cambiamos a una superficie de color gris medio: las formas antes oscuras se vuelven claras y las claras, oscuras. El ojo responde a los extremos con una actividad igualadora. Alternativamente: mire en silencio una caja de cartón blanca con un triángulo negro (o una figura clara similar) y luego quítela, manteniendo la mirada en el mismo lugar. Aparece un triángulo brillante sobre un cuadrado oscuro. Tanto al mirar la escena de alto contraste como al ver la imagen residual, es esencial no intentar inspeccionar la escena en busca de objetos, o captarla, sino abarcar todo el campo de visión, detenerse en las amplitudes.

Machine Translated by Google



de nuestro panorama visual y prestar atención al conjunto, mirando de una manera más consciente de la totalidad y menos concentrada en identificar objetos particulares. Para que la imagen residual sea más visible para aquellos alumnos que tienen dificultades, podemos utilizar figuras de colores (azul turquesa o verde sobre blanco).

El efecto de imagen residual es bien conocido, pero generalmente se le da un lugar como una curiosidad óptica trivial, con lo que se da a entender que es conocido, pero debe considerarse una ilusión. Este desdén tiene sentido siempre y cuando no intentemos ir más allá de la mera verificación de imágenes residuales. Pero hay dos direcciones por las que podemos ir más lejos.

La primera es la presencia de la voluntad en la percepción. La actividad consciente, la conclusión de la objetividad y la discreción, la distinción y el seguimiento duraderos de las imágenes, todo esto debe tomarse como resultado de una visión voluntaria o de una visión indiferente de las imágenes residuales. Estamos considerando el verse a sí mismo como un acto realizado, y no la variedad de objetos vistos. Y si investigamos esto usando restos de colores oscuros, no claros, entonces seremos recompensados con imágenes mágicas y de colores brillantes: colores luminosos y complementarios. La composición de colores visible desde el exterior de los cielos de la mañana y de la tarde descrita anteriormente, los pares de colores rojo turquesa y naranja azul, aparecen una vez más, fuera de la vista misma.

Además de una escolarización de nuestra percepción deseada, las imágenes residuales nos plantean una segunda pregunta: ¿Qué se expresa realmente en esta inversión de brillo que se produce con la creación de colores complementarios? Cuando miramos la pared gris de poco contraste después de mirar la cruz del marco de la ventana, la visión entrelaza estas dos escenas, rica y pobre en contraste, dejando que la imagen posterior aparezca desde esta última. La imagen rica en contraste eclipsa la imagen monótona que se ve detrás de ella. Sin embargo, la imagen entretejida con la imagen pobre en contraste de la pared gris no es la imagen vista anteriormente, sino su inversión de luz/oscuridad y color.
Las formas que son captadas por el movimiento sentido activo en la visión y no sólo en la vista, permanecen inalteradas; son el brillo y los colores de las superficies los que parecen cambiados. Esto se produce con una mirada firme y fija, y ya se expresa en la visión ordinaria: las partes brillantes se atenúan en el brillo mezclado, y las oscuras se vuelven menos oscuras.

Esta delicada moderación del contraste, que al principio todavía no tiene nada que ver con la imagen residual, se puede observar directamente: desvía ligeramente la mirada hacia un lado y las manchas oscuras adquieren un borde claro. La imagen residual ya está actuando sobre la imagen inicial. Esta ecualización que surge por sí misma, que acompaña a una mirada tranquila a la imagen inicial, es ya un entrelazamiento de las partes claras y oscuras: lo brillante cambia un poco y se invierte en oscuro. En la imagen residual intensificamos esta tendencia potencial dirigiendo la mirada hacia un gris de poco contraste. El anterior

Machine Translated by Google



la actividad moderadora del contraste continúa actuando; la imagen contra la cual trabajó ahora desaparece; la continua actividad equilibradora de la visión crea una nueva imagen complementaria invertida. Si uno se sumerge en un verde saturado, experimenta su saturación creando inconscientemente rojo. Los colores individuales y los estados de brillo individuales son algo irreales; nuestra visión relaciona todo en un todo.

Una y otra vez surge la pregunta: ¿Las imágenes residuales son reales o subjetivas? Ésta no es la pregunta correcta. Sin embargo, las cosas aparentemente subjetivas pueden tener el mayor efecto en la naturaleza y en el ser humano que las percibe. Por lo tanto, podemos llamarlo real (activo), incluso si no puede describirse como objetivo o captado. Y además, las imágenes residuales nunca son subjetivas en el sentido de ser agradables. Son mucho más intersubjetivos; existen entre observador y observado.

Como se dijo anteriormente, no son completamente objetivos. Carecen de la segunda cualidad sensorial (sentido de seguimiento, sentido de movimiento; ver Sección 2.4 arriba). Dado que creamos imágenes residuales centrándonos en la imagen “prototipo” mientras mantenemos la mirada fija y excluyendo así la sensación de movimiento, somos conducidos a una impresión visual (la imagen residual posterior), que el sentido del propio movimiento ya no puede apoderarse de. Porque la imagen residual no se deja rastrear ni palpar puntualmente, ya que con cada cambio de la mirada del ojo flota. En la medida en que está privado de esta cualidad del segundo sentido, no puede permitirse la habitual atención a los objetos que existen en el exterior. Dejamos atrás la distancia mensurable, el ámbito objetivo que de otro modo contribuye a nuestra conciencia: la imagen residual nos acompaña ineludiblemente y se desvanece contra nuestra voluntad.

Deberíamos dejar el tema de las imágenes residuales en esta delicada intocabilidad. Decir: “Proviene del ojo” significa sólo la conclusión objetiva de un tercer observador, insertada como un simple juicio porque queremos tener objetividad a cualquier costo. Pues quien presta atención a la imagen residual no percibe el órgano del ojo, sino que sólo experimenta el acto de ver.

Las leyes del color de las imágenes residuales producen la rueda cromática de Goethe. Encontramos una ordenación de los colores fríos y cálidos. Ahora podemos estudiar dónde se producen los colores cálidos de forma característica en la naturaleza: en la sangre, en el fuego. Aquí se pueden conectar muchas cosas. Aquí también podemos evocar una sensación de lo que significa principalmente el ser de color, al considerar primero las imágenes grises, blancas y negras, y luego las coloreadas. La experiencia del color se expresa muy claramente si recorremos un camino en el oscuro crepúsculo de la mañana, que luego recorremos de nuevo a la luz del día:

Machine Translated by Google



Estamos asombrados de que no vimos todos los hermosos colores la primera vez. En nuestra mente podemos comparar la naturaleza en blanco y negro y en color. Sólo con tales observaciones llegamos realmente a la experiencia de que a través del color se nos abre un nuevo reino.

III. brillo y sombra

## 3.1 la cúpula en contraste con el entorno - resumen

En nuestro entorno vemos superficies o formas de diversos brillos; entre ellos se encuentran aquellos cuyo brillo es sorprendentemente grande, por ejemplo el sol. Las superficies terrestres que nos rodean siempre son brillantes si, desde su superficie hacia afuera, podemos ver algo muy brillante, por ejemplo el sol. (ver también Sección 1.3, Co-brillo) Por otro lado, claramente no importa para su brillo si su entorno es brillante desde nuestro punto de vista. Podemos hacer el siguiente experimento:

Se coloca la llama de una vela frente a la ventana luminosa y se observa su brillo. Luego, compare su brillo en una habitación oscura. Inmediatamente es evidente que su brillo depende del entorno, y lo contrario es ciertamente cierto: si el entorno es brillante, la vela parece oscura. (compare variaciones de Op 7)

Podemos recordar el principio de ecualización discutido anteriormente en relación con las imágenes residuales. Deberíamos evitar la noción abstracta de que una vela tiene un brillo particular, como algo mensurable independiente de todo entorno, y sólo parece diferente en cada entorno. Esa no es la realidad que experimentamos, y no tiene sentido, ya que nunca vemos una vela sin un entorno. Las cosas visibles sólo son perceptibles en el entorno de otras cosas visibles.

Consideremos el experimento con el globo terráqueo blanco (Op 3): si nos paramos en medio del aula con un huevo, se puede ver claramente que la mitad de la ventana está iluminada y, en cambio, la otra mitad está oscura. Este experimento es moderadamente independiente del fondo visto simultáneamente. Si, por ejemplo, se coloca una bombilla en el espacio detrás de los estudiantes, la división del brillo en el huevo se alterará dramáticamente, aunque el fondo que ven los estudiantes al lado del huevo es relativamente el mismo; la lámpara está situada detrás de ellos y, al mirar el huevo, no es visible. Cualquier variación de brillo en el huevo depende de si:
Con el ojo en la superficie del huevo mirando hacia los espectadores, puedo ver un nuevo brillo. El huevo siempre es brillante cuando su superficie está orientada hacia otros brillos, y el lado del huevo que está orientado hacia afuera del brillo es oscuro. El brillo de la superficie del huevo, en el sentido de la influencia del entorno descrita anteriormente, no depende sólo de lo que se puede ver a su alrededor.

Machine Translated by Google



(el fondo), pero principalmente en lo que se puede ver mirando desde el huevo hacia afuera, y a menudo es invisible, detrás del observador. Así, encontramos la regla fundamental:

> Cada superficie del mundo es tan brillante como (desde su ubicación hacia afuera) el brillo general que podemos ver en una cúpula (hemisferio) que vemos al mirar desde la superficie en cuestión.

A una superficie que se relaciona de esta manera con su cúpula la denominamos "cobrillante"; y un cuerpo delimitado por tales superficies es un cuerpo cobrillante. Distinguimos entre el fondo y la cúpula: la media esfera visible vista desde la superficie hacia afuera, vista desde el cuerpo que sostiene las superficies, con un ojo ubicado en la superficie en cuestión. El observador y su entorno son considerados desde el punto de vista de la superficie, incluyendo la cúpula hasta el horizonte de la superficie. Para una superficie nivelada, este horizonte se describe fácilmente: es el horizonte terrestre. En relación con esto, hemos realizado el experimento con un mantel blanco y una bombilla, mantenidos a una distancia constante, y movidos paso a paso desde el cenit hasta debajo del horizonte (Op 2). Justo antes del "ajuste" de la bombilla, cuando llegamos a la posición diagonal, la orientación de la superficie con respecto a la bombilla es muy oblicua y la superficie se vuelve oscura; Imaginemos el horizonte de una superficie inclinada oblicuamente y su cúpula orientada diagonalmente.

Ahora, examinamos el brillo de una vela colocada frente al salón de clases, con velas adicionales colocadas cerca pero ocultas a los observadores (Op 7).
Observamos que su brillo, cuando está frente a un fondo similar, no depende de las otras velas que no se ven sino en la cúpula de la vela vista. Encontramos la siguiente regla:

> Una superficie cuyo brillo depende sólo (moderadamente) del fondo que se ve con ella, pero no de otras superficies brillantes presentes en su cúpula, una superficie que denominamos "autobrillante".

Un cuerpo que posee tales superficies independientes de la cúpula lo llamamos cuerpo autobrillante, por ejemplo, una lámpara. De este modo llegamos a un sinónimo de la expresión convencional (pero evitada) "fuente de luz". Nuestra autoluminosidad no se basa en la emisión de una luz invisible, cuyos rayos atraviesan, sino que se explica por medio de las relaciones con el entorno y lo que es visible a su alrededor, lo que podríamos ver al girarnos. Que la llama de una vela es algo que brilla por sí sola lo indica el hecho de que se utiliza para iluminar un sótano oscuro. Si estuviera de acuerdo con la claridad de su cúpula, es decir, con las paredes oscuras del sótano, entonces cuanto más se adentre en el sótano y cuanto más oscuro sea, más oscuro debería volverse. Reconocemos superficies autobrillantes

Machine Translated by Google



normalmente ya sin poner algo negro en sus cúpulas ni tener que desplazarse a donde esté oscuro. Si uno va al lugar de la superficie en cuestión y no ve ninguna superficie más brillante en la cúpula (todas las superficies visibles son mucho más oscuras), entonces la superficie que parece brillante sólo puede ser autobrillante. Naturalmente, las superficies autobrillantes generalmente producen un efecto en su entorno y, en realidad, no pueden existir separadas de su entorno. Recordamos el brillo o el fuego del cielo, que constantemente debe estar abierto al entorno. Una marcada desviación de este principio básico la presentan las carrocerías iluminadas eléctricamente. Sin embargo, ni siquiera ellos pueden funcionar sin una conexión con el medio ambiente, al menos durante un tiempo (es necesario cargar las baterías, instalar cables de conexión, etc.).

En contraste con este brillo propio variable, parpadeante y consumidor de sustancias, mostramos una caja de cartón, cubierta gruesamente y completamente oscura por dentro, con una abertura del tamaño de una miniatura en su cara (Op 6). La superficie parece papel con una pequeña mancha oscura en el medio: el agujero. La abertura parece al mismo tiempo formar parte de la superficie. Si recorremos la habitación con esta superficie "agujereada", orientándola hacia el cielo brillante, hacia un rincón oscuro, hacia la llama de una vela o una lámpara, nunca aparecerá diferente al negro. Una cavidad así ya no es cobrillante, sino que está totalmente separada del entorno y siempre está oscura: la llamamos “autooscura”. Es de un negro muy intenso, más oscuro que una tela negra, papel crepé o cualquier otra cosa.

## 3.2 un ordenamiento de la naturaleza

Ahora tenemos tres descripciones: el auto-brillante, el co-brillante (co-oscuro) y la oscuridad propia. De este modo se manifiesta una organización global de la naturaleza:

- El brillo propio que tiene su fuente en los cielos abiertos que contemplamos mirando hacia arriba. Su símbolo arquetípico es el sol. El movimiento constante y la mayor apertura describen la brillantez de uno mismo.
- La imagen arquetípica del cobrillante es la superficie de la Tierra, hacia la que miramos hacia abajo, sobre la cual nos encontramos y que acompaña el brillo y el color cambiantes del cielo.
- El arquetipo de la oscuridad es la apertura a la tierra, las cuevas y el inframundo debajo de la superficie de la tierra.

En el cielo y en la tierra podemos contemplar los extremos: el brillo celestial, que nunca depende de otro brillo en su entorno, sino que presenta un entorno brillante para otras cosas; la oscuridad terrenal, que también es independiente de su entorno, ya que se ha desconectado de él y ahora yace en medio de la pesadez terrenal.

Machine Translated by Google



Dentro de estos tres principios, encontramos la mayor diferenciación en el ámbito de lo co-brillante. Cada superficie terrestre, cada objeto de la naturaleza tiene su propia y distinta capacidad de co-brillo. Así, la gran multiplicidad de tipos de superficies se expresa ya tanto en la superficie terrestre como en los objetos visibles. Co-bright se diferencia ahora en un ámbito completamente nuevo de colores (colores tierra).

La mayor capacidad de co-brillo la posee el blanco. El esquiador de fondo se orienta mediante pequeñas diferencias de luminosidad, que le indican el ángulo de la superficie de la nieve, ya que la luminosidad expresa sensiblemente cómo la nieve acompaña a las diferentes cúpulas. En la nieve negra es difícil viajar sin peligro en el crepúsculo polar. El color es hijo del encuentro del brillo celestial y la oscuridad terrenal. Ocurre incluso en el cielo cuando lo brillante y lo oscuro se encuentran como entidades distintas en el resplandor de la tarde o de la mañana.

## 3.3 sombras

Instalamos quizás media docena de velas al frente de un salón de clases a oscuras (Op 8). Cada uno se coloca dentro de un cilindro blanco de papel translúcido (papel de calco). Ahora nos damos la vuelta y miramos la parte trasera del salón de clases, y vemos sombras flotantes y parpadeantes, es decir, una transición mayormente difusa de regiones más brillantes y más oscuras. Sólo cuando sacamos las velas del interior de sus pantallas de papel (y finalmente también reducimos su número) conseguimos sombras más nítidas.
Con esto ya podemos expresarlo así: La escena con un fuerte contraste, muy brillante en un entorno muy oscuro (velas frente a la mesa oscura), cuando nos volvemos, produce detrás de nosotros un contraste definido y similar entre lo claro y lo oscuro. regiones más oscuras: las sombras [es decir, bordes notables de las regiones claras/oscuras]. Un brillo más generalizado produce una escena de sombras difusas cuando nos damos la vuelta.

sombra oscuridad

¿De qué depende la profundidad u oscuridad de las sombras? Con una caja de cartón y dos lámparas montadas sobre un tablero (Op 9), creamos dos cuerpos autoluminosos diferentes. Uno consiste en una lámpara colocada dentro de un globo de cristal de leche. La segunda está formada por otra lámpara dentro de una caja de cartón, con un gran agujero redondo cortado en su lado mayor (del mismo diámetro que el globo de cristal) cubierto con papel de cebolla (cualquier papel traslúcido), formando un cuerpo que se auto-aisla. Luminoso por un solo lado. Con bombillas de varios vatios, probablemente también con un varistato (transformador variable), las colocamos en el frente del aula (con la lámpara de cartón dirigida apropiadamente) de modo que la pared trasera tenga el mismo brillo con cualquiera de ellas. el cartón

Machine Translated by Google



La lámpara deja la pared delantera del aula a oscuras, en contraste con la lámpara de globo.
Con la lámpara de cartón, las sombras del fondo son más oscuras.

Además, si miramos hacia la lámpara de cartón desde la posición de los estudiantes, vemos un contraste moderadamente fuerte entre el disco brillante y la oscuridad circundante del espacio frontal y la pared. Al darnos la vuelta, vemos zonas claras que contrastan fuertemente con las sombras oscuras. Los contrastes en las paredes delantera y trasera se modifican junto con la lámpara de globo; ahora brilla la luz de delante y las sombras detrás son menos profundas. Así, para cada tipo de lámpara, encontramos que el contraste que vemos en la escena de delante corresponde al contraste de la escena de sombras de detrás.

Incorporando todas estas observaciones, podemos pensar que la iluminación en este caso es en realidad mucho más grande que el disco del globo: es toda el área frontal. El punto autobrillante de la cúpula de la pared trasera (en sombra) ya no es sólo el cuerpo delimitado (el disco del globo al frente); es la totalidad de todos los cuerpos y superficies involucradas. En términos de brillo, es toda una región del espacio. Si colocamos un tubo de papel (ennegrecido por dentro) delante de la lámpara de cartón, orientado de modo que forme una región cobrillante igualmente brillante en la pared trasera como antes, las sombras se vuelven aún más oscuras.

Entonces surge la pregunta: para las regiones circundantes (co-oscuras) (que consideramos sombras), ¿de qué superficies en los alrededores depende su brillo? Con la idea fundamental de que lo luminoso se orienta hacia la luminosidad y lo oscuro hacia la oscuridad, pronto nos damos cuenta de que las zonas de “sombra” dependen de todo lo que se puede ver delante excepto de la propia lámpara, ya que la lámpara no se puede ver desde la ubicación de las sombras. Como ocurre con cualquier otra superficie, las superficies de sombra dependen de su cúpula, que se vería mirando desde su ubicación. Pero, para las regiones de sombra, es sólo el disco autobrillante del que carecen sus cúpulas. Las sombras forman una imagen de la oscuridad que rodea el disco autobrillante. De este modo distinguimos las sombras de la parte posterior de los cuerpos que proyectan sombras, que no están orientadas hacia el disco autoluminoso y que son oscuras porque están de espaldas a él. Los lados traseros oscuros no están orientados hacia las superficies brillantes alrededor del disco autobrillante del frente, sino hacia el lado opuesto o trasero de la habitación, la escena de sombras.

Por lo tanto, el término "auto-sombreado", utilizado a menudo para la parte posterior de estos cuerpos que proyectan sombras, resulta confuso; Porque, en el sentido del concepto de cúpula, el hecho de que sus superficies traseras sean oscuras no tiene nada que ver con el "ensombrecimiento". Más bien, se trata de su orientación hacia la oscura pared trasera que forma una oscuridad en su cúpula. Por lo tanto, la orientación oscura podría ser mejor.

Machine Translated by Google



alineación de sombras

Hasta ahora hemos relacionado las percepciones de claridad y oscuridad con el giro del individuo hacia delante y hacia atrás, así como con el mirar hacia delante y hacia atrás de las superficies. De esta manera, las sensaciones de la vista se entrelazaron con nuestro sentido de movimiento y nuestro sentido de autoequilibrio (con nuestro mirar hacia adelante y hacia afuera). Este vínculo con el sentido del movimiento puede fortalecerse a través de una manifestación particular. Colocamos varios taburetes uno detrás de otro, de modo que, al mover la cabeza, del taburete trasero todos desaparecen detrás del primero.
Los bordes visibles están, por así decirlo, "justos detrás" uno de otro. El observador simplemente se enfrenta al cuadro visto y no puede juzgar qué significa esta alineación, excepto como una imagen plana. Sólo cuando uno se mueve en el espacio (a través de la fila de taburetes) surge de ese movimiento y de nuestra sensación de movimiento el juicio abstracto de que están “en línea recta”. Otra (tercera) persona, que no ha caminado a lo largo de la fila de taburetes, sino que mira hacia abajo como si fuera una cuerda tensa, también llegará a la conclusión de que está "alineado".14 Sólo mediante el proceso de

movimiento seguido por la sensación de movimiento también pasamos de ver el “alineamiento visible” (visto como desaparición simultánea) al concepto de “linealidad”. Dado que la formación de sombras tiene que ver con la alineación de los límites claro/oscuro de la escena sombreada con el lugar donde uno puede o no ver lo brillante alrededor de la superficie sombreada, este (concepto) "alineado" entra en consideración superpuesto a la (percepción). ) “alineación en la línea de visión”. Si colocamos una superficie detrás del objeto que proyecta sombras y la movemos hacia la parte trasera oscura del objeto, constantemente obtenemos sombras en la superficie. La ubicación del borde de la sombra durante este movimiento describe líneas rectas que se irradian desde el borde del objeto lanzado; las sombras están presentes en el espacio, incluso si alguna superficie allí no las hace visibles.

Con esto podríamos interpretar las sombras como si estuvieran hechas de líneas rectas; pero esto sería abstracto, ya que un punto de luz autobrillante del tamaño de un punto no es el caso habitual. En realidad, la nitidez y la intensidad de las sombras siempre varían con la distancia al cuerpo que las sombra. Una superficie ensombrecida "ve" el disco autobrillante más grande en su cúpula (en relación con el cuerpo de sombra) cuanto más cerca está el disco brillante (la distancia desde la superficie que proyecta la sombra a la superficie ensombrecida es constante); por lo tanto, las sombras son menos nítidas para una luz de primer plano, ya que un movimiento de lado a lado de nuestros ojos hace menos diferencia (no cruza una transición tan nítida). Sólo en el dibujo geométrico convencional los límites potenciales de luz y oscuridad se encuentran a lo largo de rayos de líneas rect
No deberíamos hablar de un espacio de sombra homogéneo detrás del objeto, ya que el fenómeno es sólo potencial: si sostuviéramos una superficie detrás de él, las sombras serían visibles (manifestando la relativa profundidad y nitidez de la sombra); entonces el

Machine Translated by Google



Las líneas no son reales sino líneas potenciales, líneas idealizadas formadas por las relaciones de límites potenciales brillantes/oscuros no planificados. Todas las líneas potenciales pueden realizarse juntas sólo por medio de humo que llene una región del espacio; pero luego el contraste es peor debido al humo. El valor total del contraste de los límites claro/oscuro sigue siendo sólo potencial excepto en el único lugar donde se realiza (donde tenemos el papel). Esas regiones brillantes, parecidas a rayos, que se ven en una ligera neblina debajo de las nubes, como rayos que apuntan hacia el sol, no tienen nada que ver con los rayos de luz que caen. El sol imprime al espacio una firma clara. Esta firma permanece estable y está orientada al sol. Todo el espacio apunta al sol, no porque algo fluya de él, sino que los pozos son lugares desde donde el sol es visible, y estas regiones brillantes del espacio atmosférico se hacen visibles por la niebla atmosférica (no por el sol). Todo lo visible normalmente estará orientado hacia el sol como el más brillante.

### nitidez de la sombra

Nuestros estudios de sombras nos llevan desde el principio a ver que las sombras pueden ser más o menos distintas. Con varios experimentos podemos demostrar que las superficies grandes y autobrillantes, por ejemplo, un gran recorte en una caja de cartón, cubierta con papel de arroz, producen sombras muy borrosas. Cuanto más pequeño sea el disco autobrillante, más nítidas serán las sombras. Si hacemos el disco aún más pequeño, usando una lámpara muy pequeña y muy brillante (por ejemplo, una lámpara halógena de un proyector) dirigida hacia la mesa del laboratorio, entonces logramos sombras incómodamente nítidas, como nunca se ven al aire libre. la tierra bajo el cielo (Op 10). Junto a todo esto podemos comentar que muchas veces uno tiene que alejarse lo suficiente de la superficie de sombra para evitar estar en una posición en la que no podemos ver la gran superficie autobrillante (disco), desde donde podemos ver el conjunto. El ojo debe alejarse mucho de la superficie en sombra, en diagonal desde el límite claro/oscuro, para que las superficies autoclaras se vuelvan visibles.

Según nuestra afirmación básica (Sección 3.1), una superficie es tan brillante como el brillo que podemos ver desde su superficie hacia afuera. Si uno ve sólo la mitad de la lámpara, entonces allí sólo hay la mitad de brillo; si uno ve toda la lámpara, debe estar completamente brillante.

La producción de una serie de dibujos interconectados en el experimento Op 10 es un entrenamiento para un pensamiento que crea a partir de percepciones y también de los sentidos inferiores (a través de una visión holística). Contrasta esto con la escolarización del intelecto, que comienza utilizando los sentidos inferiores en meras abstracciones de diagramas de rayos geométricos. Además, podemos observar que las sombras que están proporcionalmente más cerca del cuerpo de sombra (en relación con la distancia total a la luz) son más nítidas que las sombras que encontramos más lejos. Esto se muestra muy

Machine Translated by Google



bien con el sol, que hace que un árbol, un arbusto, una brizna de hierba o una valla de jardín proyecten sombras: las sombras del tronco y de las ramas inferiores son nítidas, más arriba se disuelven y la red de hojas en la copa muestra una tendencia a Forman manchas claras redondas, oscuras y brillantes. (ver Grado 7, Sección IV-1)

Con este fenómeno entendemos algo de la naturaleza de la sombra. En física, las sombras suelen proyectarse sobre una superficie totalmente plana, exactamente transversal y, sobre todo, especialmente blanca. Sin embargo, esto nunca ocurre en la naturaleza: las sombras caen constantemente sobre otra cosa, sobre superficies que ya manifiestan una apariencia, que están diferenciadas. También se tiene la experiencia de que en las sombras proyectadas sobre un objeto aparece la imagen de otro objeto. Y dado que la superficie sobre la que es visible la sombra a menudo se encuentra en diagonal y es irregular (no plana), la imagen del objeto que proyecta la sombra se entrelaza inmediatamente con la forma del objeto sombreado, transformándose en una nueva imagen que dice algo sobre ambos. En esto volvemos a encontrarnos con la actividad entrelazada de la luz: tan pronto como el sol se sitúa sobre un paisaje, todos los objetos individuales, en la medida en que se encuentran cerca unos de otros, se entrelazan. De este modo, todo el paisaje queda impreso con una direccionalidad uniforme del sol. En su nitidez límite, las sombras se convierten en una imagen de la distancia entre los objetos. Las sombras de objetos estrechos o de pájaros que vuelan alto se pierden a mayores distancias y ya no son visibles. Este aspecto entrelazado de la luz sólo puede afectar a objetos grandes y masivos a grandes distancias; los diminutos están completamente disueltos. Una característica muy concreta de esta actividad entrelazada se expresa en el paisaje iluminado por el sol, cuando los objetos se liberan de su aislamiento.

## 3.4 ¿Qué es la luz?

Al pasar por todos estos fenómenos, para nosotros la luz se convierte en una fuerza que nos permite captar conscientemente las conexiones dentro del mundo y la naturaleza y las múltiples formas en que todo se une con todo lo demás. Y cada superficie es parte de la cúpula de innumerables otras superficies, que a su vez son parte de su cúpula.
Esta actividad unificadora que lo abarca todo la describe Novalis, por ejemplo, en su glorificación de la luz en el Himno de la noche. Sin embargo, no está totalmente libre de una idea casi física de la luz. En el primer verso supone un espacio (esta idea surge de la conexión de la luminosidad) y agita la teoría lumínica de su época con “rayos y ondas”; rayos de la teoría corpuscular de Newton, ondas de la teoría ondulatoria de Huygens. De todos modos, no deberíamos (mal) entenderlo de esta manera.

Cada superficie está conectada con todas las demás y, naturalmente, esto es especialmente cierto para las superficies autobrillantes en la cúpula de otras superficies. Las superficies autobrillantes crean una dominancia jerárquica, que nuevamente conecta un cuerpo autobrillante con varios

Machine Translated by Google



otras superficies. No deberíamos trazar una cadena causal desde el cuerpo autobrillante hasta los cuerpos cobrillantes, presumiendo que la luz de algún modo avanza de manera invisible. Más bien, la causalidad es sólo ésta: si coloco el cuerpo autobrillante de manera que otra superficie esté orientada hacia él, esa superficie se vuelve simultáneamente brillante. No es posible tener un cuerpo autobrillante sin que las superficies circundantes orientadas hacia él también se vuelvan brillantes (aquí se ignoran las consideraciones sobre la velocidad de la luz). La fuente de volverse brillante es la orientación de las superficies hacia lo autobrillante, no la "luz" que emana de ellas. Quizás mejor que "fuente" podamos decir "condición". Un mediador intermedio (los "rayos de luz") es una hipótesis.

Esto ya es un rasgo característico de la luminosidad: establece una conexión que capta directamente todo lo que es visible desde su ubicación, sin mediar causas intermedias. La idea de tales conexiones puede denominarse "ligera". Tan pronto como los cuerpos se apiñan unos sobre otros, ya no existe una conexión luminosa.

Por ejemplo, al sostener una hoja de papel paralela a la mesa y bajarla, la sombra se vuelve cada vez más nítida y oscura. En el instante del aterrizaje, la sombra tiene la forma exacta de la silueta del papel y es de un negro intenso. Ahora bien, no es una expresión de la forma y el tamaño de la lámpara, ni del brillo de su entorno, ni de la ubicación de las sombras y las sombras con respecto a la dirección de la lámpara; la sombra se cae de todas las conexiones que tejen. Ahora es sólo una impresión del objeto material, cae fuera de la "luz". En esa medida podemos decir que ya no hay luz entre el papel y la mesa. "Sin luz" significa entonces que no hay conexión, que no hay imágenes entrelazadas con algo distante en el espacio de luz (el espacio conectivo).

En la medida en que la luz es una esencia conectora de este tipo, posee un cierto parentesco con nuestra actividad pensante consciente. De esto se desprende que la actividad de hacer brillar (iluminación) discutida anteriormente pueda tener lugar en nuestra actividad consciente. La luz no es algo cuasi físico que de alguna manera se expande. Más bien, la luz es una idea que surge de la observación y el pensamiento humanos, una idea de las conexiones de los fenómenos de luminosidad.

El espacio surgió con la luz en la etapa de evolución cósmica del Viejo Sol (Ciencia oculta, un esquema, R. Steiner).

Machine Translated by Google

# Experimentos en óptica

## luz y oscuridad

### op 1a la oscuridad retrocede (amanecer)

Monte una bombilla de bicicleta (6 voltios, 3 vatios) en un enchufe, conéctela a una fuente de alimentación variable (varistat) y enciéndala gradualmente. Rodee la bombilla con un cilindro de papel, para no ver la lámpara, sino observar el brillo del amanecer en el techo y la pared frontal. También se puede improvisar el experimento con la bombilla de un refrigerador o la lámpara de una máquina de coser usando una resistencia variable o un powerstat.
Un atenuador común generalmente no baja lo suficiente: la lámpara no se oscurece por completo. Después de iluminar esta pequeña bombilla, encienda una lámpara más potente, más eficazmente una bombilla halógena de cuarzo de 1000 vatios [consulte luces de jardín exteriores en ferretería]. Si se utiliza nuestra fuente de alimentación de 30 voltios/30 amperios, apague el enchufe de 6 voltios, ajuste el control de voltaje a cero y luego inserte la lámpara grande. Experimente las etapas: (l) oscuridad total; (2) primer destello; (3) resplandor oriental; (4) crepúsculo; (5) objetos iluminados por el sol, (6) colores que iluminan la luz del día (previamente colocados en el frente). Primero viene la iluminación (“amanecer”), luego el sol es visible. Pregunta: ¿Qué es “resplandor” o “gloria”?

### ¿En las sombras del paisaje 1b?

Examina la orientación de las sombras en un paisaje exterior dibujando el sombras alrededor de varios objetos verticales. Todas las sombras están unificadas por el sol.

### op 1c imágenes residuales: el ojo activo

Investiga lo que vemos después de mirar fijamente el marco de una ventana (una escena con fuerte contraste) durante 60 segundos, luego nos giramos y miramos una superficie gris uniforme. Observe cómo la imagen residual tiene la misma forma, pero el claro-oscuro está invertido. Fíjate cómo flota, involuntariamente, junto con nuestra mirada; no es un objeto habitual de visión. [Además, observe cómo se metamorfosea la imagen residual; observe cómo se invierte nuevamente a positivo si se ve contra algo brillante; por ejemplo, ¡los párpados cerrados vueltos hacia el sol!]

Nuestro sentido de la visión activo siempre se esfuerza por mantener el equilibrio. Cuando estamos llenos de un color, nuestro sentido de la visión presenta el color complementario. Próximo,

Machine Translated by Google



Explore el comportamiento de la visión en escenas coloreadas: la hierba verde y el cielo azul son respondidos por un violeta rojizo y un rojo anaranjado. Los colores iniciales pálidos producen los colores secundarios complementarios más fuertes (más profundos).

## op 2 horizonte y cúpula (ángulo de iluminación)

Para introducir la dependencia de las superficies de su entorno:

a Observe la influencia de la ropa de colores en una hoja de papel blanco colocada sobre la mesa. [La hoja “recoge” el brillo e incluso el color de las superficies adyacentes.]

b Cubra una mesa de juego con un paño lo más libre de pliegues posible. Usando un Soporte de 2 metros de alto que tiene una lámpara de cuarzo de 1000 vatios (lámpara de jardín) fijada a un soporte, coloque la lámpara directamente sobre la mesa: la tela blanca ahora es puramente brillante. Ahora incline el soporte de laboratorio en varios ángulos mientras mantiene la lámpara a la misma distancia de la mesa; la mesa ya no es perpendicular a la lámpara. Cada movimiento de la lámpara hacia una nueva orientación modifica la luminosidad: cuanto más diagonal es la lámpara, más oscura es la mesa.

Nota: Distinga la observación de la superficie o la escena de la observación desde la superficie hacia afuera (la cúpula). Si pasamos por debajo del plano de la superficie, de repente se vuelve oscuro y un mayor movimiento apenas tiene efecto. La lámpara se ha “preparado” para esta superficie. Marque la altura de esta lámpara en la pared (con cinta adhesiva). Ahora, repita el experimento de colocación en otras direcciones, marcando otras paredes. El círculo que conecta todas las marcas similares es el “horizonte” de la superficie [de la mesa]; es naturalmente una extensión de su superficie.

El maestro también podría iluminar varios sólidos (por ejemplo, poliedros) y notar la diferencias de brillo. Examine el papel con marca de agua bajo una intensa luz lateral.

## sensor de iluminación op 3 o globo que todo lo ve

Pinte un matraz Florence grande (de fondo redondo) o una lámpara de globo de vidrio de leche de 9 pulgadas de manera muy uniforme con pintura para el hogar blanca mate (o pintura en aerosol). Si es necesario, hazlo mate con papel de lija fino. Este globo es ahora una especie de reflector de la luminosidad de todo el entorno; se puede mover como una sonda o un sensor y utilizarlo para revelar estas condiciones de luminosidad.

## op 4 tienda de campaña; gruta de cartón

En lugar del soporte de la lámpara sobre un mantel, se puede construir una gruta a partir de una caja de cartón pintada de negro por dentro. Coloca el globo-sensor dentro y observa cómo muestra el área oscura que creamos en su cúpula.

Machine Translated by Google



# cuerpos autoluminosos (brillantes)

## op 5 brillo propio

Prepare una bombilla con forma de vela (larga y delgada) en un casquillo montado verticalmente sobre una tabla. El segundo globo invertido debe cubrir completamente el casquillo y la bombilla debe penetrar en el globo. Un globo de luz de porche de 9 pulgadas funciona bien. Oculte el cable eléctrico con un paño o una lata vacía. El atenuador oculto [o varistato] aumenta su brillo tan lentamente que al principio sólo percibimos un color amarillento del globo y luego una iluminación del mismo. Nótese cómo su brillo fantasmal es independiente de cualquier situación de luz y oscuridad que pueda rodearlo; su conexión con el entorno se corta.

[Experimente con el globo terráqueo de “brillo tenue” cerca de una ventana, cerca de una segunda lámpara, etc. La sombra adjunta se desvanece con su brillo propio.]

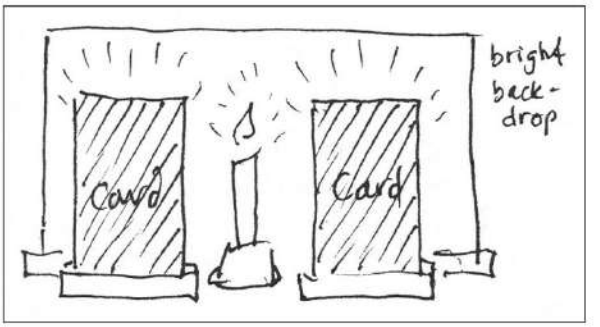
## op 6 oscuridad propia

Coloque una caja de cartón como se muestra arriba, pero no demasiado pequeña, al menos del tamaño de una mesa auxiliar, y haga un pequeño agujero en una de las caras. La apertura debe ser del tamaño de una miniatura y los bordes no deben estar irregulares. Cuando lo iluminamos con una linterna para ver si se puede ver algo de brillo, el agujero permanece oscuro. ¡Cuanto más iluminada está la superficie de la caja, más oscuro se ve el agujero!

## op 7a llama de vela autobrillante

Junto a una vela visible colocamos dos velas más a derecha e izquierda sobre la mesa, ocultas a los estudiantes. Observa el brillo de la vela central.
Ahora, apaga las velas de los flancos; así, el fondo detrás de la vela central se vuelve más oscuro y la llama restante de la vela se vuelve más brillante. Si la llama de la vela fuera cobrillante, debería atenuarse al apagarse las otras dos [a medida que su cúpula se vuelve más oscura]. Note la diferencia entre la cúpula, los alrededores vistos desde la superficie y el fondo, todos vistos desde el punto de vista del observador.

punto de vista.




Velas sombreadas

Machine Translated by Google



## op 7b varias superficies en la naturaleza

[Explore ejemplos en la naturaleza de: autobrillante (sol, luna llena, llama, linterna); transparente (aire, agua); translúcido (hojas); cobrillante (muchas superficies opacas); y superficies autooscuras (caries). – Trans.]

## op 8 escenas de sombras

A. En frente del salón de clases a oscuras, coloque media docena de velas, cada una cubierta con una chimenea de papel cilíndrica. Los estudiantes observan sus sombras en la pared del fondo. [Se ve una escena de sombras nadando y confusa].

B. Ahora, (1) con algunas de las chimeneas de papel retiradas, observe la escena en la pared de atrás; luego (2) con todas las chimeneas retiradas; luego (3) con sólo unas pocas velas encendidas. [Las sombras se vuelven progresivamente más nítidas. El contraste de sombra (la nitidez del borde) corresponde al contraste del cuerpo autobrillante, en la cúpula de la superficie en sombra. Distinga un punto brillante frente a un área brillante grande y difusa.]

## op 9 sombra oscuridad [lámpara de cartón/lámpara abierta]

Fije dos enchufes a una pequeña tabla de madera y proporcione un cable de alimentación con un enchufe estándar. Se puede conectar a un atenuador [o varistato]. Fije el tablero al fondo de la caja de cartón (de las Operaciones 4 y 6 anteriores). En el lado más grande, corte una ventana circular (de 9 pulgadas o el diámetro del globo) y cúbrala con papel translúcido. Cubra el otro zócalo con un globo de cristal de leche. Enciéndelos alternativamente e investiga cuál hace que la pared trasera del aula sea más luminosa.
Éste se reduce para igualar el brillo del otro insertando una bombilla más pequeña y/o mediante el atenuador [varistat]. Esto completa la preparación.

El experimento consiste en utilizar una silueta de papel, una silla u otro objeto para crear sombras en la pared trasera. Compara las sombras creadas por cada lámpara. [Las sombras de las lámparas de cartón son más oscuras aunque los alrededores son igualmente brillantes.]

La apertura de la lámpara "en caja" se ve (mirando hacia la cúpula desde la pantalla hacia afuera) como brillo rodeado por un frente de caja más oscuro. La lámpara “abierta” se ve brillante rodeada de superficies co-brillantes cercanas, que se transmiten con ella en brillo, es decir, el contraste alrededor de la lámpara autobrillante reaparece en el contraste de la sombra correspondiente.

Machine Translated by Google






op 10 nitidez de las sombras

Op10A linterna de papel japonesa: Usando un casquillo montado en un tablero como en el experimento anterior, lo cubrimos con un globo de linterna de papel. Inmediatamente todas las sombras de la habitación se debilitan y surge un ambiente muy acogedor. La lámpara se coloca a un lado del frente del aula. Levante una gran superficie sobre la mesa delantera (tablero de madera montado verticalmente, cubierto con papel). Inmediatamente detrás surge una sombra. La tabla se aleja más de la luz; Ahora la sombra es menos nítida. Ahora un estudiante se acerca a la posición de la media sombra en la pared y mira con un ojo hacia la linterna de papel y el otro ojo cerrado. Lentamente, cambia de posición del área sin sombra al área con sombra, informando qué parte de la lámpara de papel japonesa puede ver. Sus informes corresponden fuertemente a la fuerza de la sombra que observamos en su rostro. Los estudiantes pueden establecer la relación en una serie de ilustraciones duales del siguiente tipo:

Bombilla Op10B : La investigación se repite con la bombilla desnuda y sin linterna de papel. [Las sombras son mucho más nítidas. Pero, dado que el bulbo es un disco (aunque sea pequeño), la sombra tiene una zona de transición delgada.]

Lámpara de fuente puntual Op10C : conecte una lámpara halógena de cuarzo y enciéndala. Difícilmente podemos mirar directamente a una lámpara así. El aula está llena de sombras espectrales y nítidas, en extremo contraste con la linterna japonesa. No es necesario repetir la prueba con los estudiantes como se indicó anteriormente en Op 10A y Op 10B. Cada situación se puede investigar con la mano extendida.

experimentos concluyentes

Si hay tiempo, se podrían realizar una variedad de experimentos finales: comparar el atardecer con el amanecer. Camina por un paisaje y observa cómo las sombras forman un todo coherente. Observa el halo alrededor de la sombra de tu cabeza proyectada sobre la hierba cubierta de rocío. Observar las nubes al amanecer, media mañana, mediodía, etc.

Machine Translated by Google

# Calor de grado 6

## introducción

Después de la Acústica y la Óptica viene el Calor. Desafortunadamente, la física escolar hoy basa todas las sensaciones de calor y frío en una temperatura mensurable que supuestamente se origina en la cantidad de calor [energía] en un cuerpo, que a su vez se imagina como un conjunto de partículas. Cualquier valor pedagógico que pueda tener una concentración tan estrecha en lo cuantitativo en uno u otro lugar del currículo, y el efecto que la conceptualización del modelo tiene en la educación del pensamiento, lo analizo en otros lugares. 1 Aquí hay que evitar este tipo de cosas. Es mucho más valioso ver las conexiones que tiene la calidez al actuar en el mundo más variado.

fenómeno, ciertamente más diverso de lo que aparece de manera mensurable. Podemos vincular esta experiencia cualitativa de calidez con todo el espectro de procesos de la naturaleza. Las percepciones más claras se obtienen sumergiéndose completamente en las experiencias de calor: del viento, del agua, del fuego, etc.

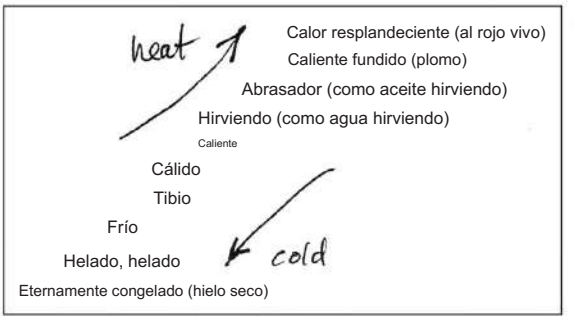
Sin embargo, uno no puede pensar que simplemente participar en una condición de calidez con nuestro cuerpo conduce directamente a conceptos verdaderos, o que la experiencia cruda conducirá, por sí misma, a la comprensión. Más bien, primero modelamos tal comprensión recopilando reflexivamente los acontecimientos mundiales ampliamente separados que hemos experimentado de la manera anterior; debemos cultivar lo experiencial. Pero todavía no hemos alcanzado la meta. El uso de un solo dedo como sensor de temperatura, por ejemplo, conduce al ámbito de la medición externa del calor con un termómetro, en el que algo puramente mecánico-foronómico (la expansión en una dimensión del mercurio en el termómetro) suprime todo lo demás en la riqueza. de nuestra experiencia en materia de calor. Naturalmente, tomaremos el termómetro a su debido tiempo, lo cual sería mejor hacerlo en el séptimo grado. Mientras que en el sexto grado, los niños deberían entender el calor y el frío de maneras más fundamentales.

## i. Del metal fundido al hielo

Como introducción al calor y la calidez, comenzamos con lo más caliente y avanzamos lentamente a lo largo de un espectro hasta experimentar algo helado. De este modo, podemos desarrollar una escala cualitativa, algo así como la siguiente serie.

Machine Translated by Google






los términos “fundido” y “hirviendo” se refiere al reino de “calor oscuro”, donde aún no se ve una luz interior como con “calor resplandeciente”. La carrocería calentada aún conserva su propio color. Para demostrar esto, mostramos plomo fundido a fuego lento, con su color de superficie metálico limpio, brillante y brillante (He1). El burbujeo y el estallido que se producen cuando el agua entra en contacto con el plomo fundido, o el plomo con el agua, muestra [cualitativamente] que el plomo está a un calor mayor que el que el agua puede soportar.

¿Qué es realmente agua "hirviendo"? Esto lo demostramos mediante el experimento del ruido del vertido (He3). También existe un experimento de viscosidad muy conocido (cohesividad), en el que se hace pasar agua a distintas temperaturas a través de una torcedura en un tubo delgado (capilar); arriba hay un gotero de llenado, y medimos la cantidad de agua que fluye (en gotas) y medimos el tiempo. En esto ciertamente hemos obtenido una medida objetiva, pero hemos experimentado la cosa sólo de manera externa. Por el contrario, con el experimento (He3), que esparce agua sobre una superficie, buscamos dejar al descubierto la naturaleza interna del fluido, de modo que pueda hablar directamente con la sensación de movimiento del espectador en imágenes de formas de ondas que fluyen. Y la diferencia entre las pompas de jabón hechas con agua fría y con agua caliente es muy distintiva: las de agua caliente son pequeñas y de corta duración. Además, cuando echamos agua con gas o introducimos gotas de tinta, obtenemos resultados muy diferentes con agua fría y caliente. Ambas largas demostraciones se pueden combinar con el experimento de calentamiento (He4). Sólo el agua fría presenta las típicas formas onduladas y los sonidos de chapoteo al vertido. El agua fría es en realidad la primera agua “verdadera”. Se nos recuerda que, considerando la Tierra en su conjunto, las frías aguas de las regiones polares están llenas de vida (o lo estaban antes de la aparición de la humanidad). En las aguas frías, la vida no muere, sino que engendra enjambres de peces, ballenas y focas, que allí se multiplican en multitudes incontables. Por el contrario, las cálidas aguas de los trópicos albergan las especies más sorprendentes, aunque rara vez en tal número.

el hielo y la nieve nos llevan fuera del reino del agua animada (incluida el agua fría) hacia lo inanimado y cristalizado. Su efecto sobre los seres vivos sintientes consiste, por ejemplo, en un entumecimiento local (He6); sobre las cosas inanimadas su efecto es la rigidez, la solidificación. En el caso de las grasas naturales se habla de un “punto de solidificación”. A -12°C o 10,4°F, el aceite de girasol se solidifica, es decir, se vuelve almibarado y no se sale del recipiente invertido en 10 segundos. Por el contrario, el aceite de colza se solidifica

Machine Translated by Google



ya a 0°C, 32°F, aunque muy lentamente; grasa de cacao cruda alrededor de +12°C, o 53,6°F, y sebo incluso entre +32 y 36°C (89,6° a 96,8°F). Para las grasas, solidificarse no significa convertirse en un bloque rígido, sino sólo formar un material cohesivo, esponjoso y viscoso, una grasa saturada de aceite. Con el agua es muy diferente: se congela formando hielo, macizo y no poroso (con agua dulce). Los temas de cojo, rígido, rígido y solidificado se pueden seguir en muchos ámbitos naturales.

Un hecho sorprendente sobre el hielo es su fusión transitoria bajo presión, por ejemplo bajo la hoja de los patines. Algo de esto se puede demostrar con un bloque de hielo cortado por un alambre (He7). La fuerte presión descendente concentrada en el alambre permite que el agua se derrita allí, sin que el hielo se haya calentado. Luego, el agua se vuelve a congelar por encima del cable, que se ha desplazado hacia abajo, manteniendo mientras tanto las dos mitades del bloque juntas. La tendencia a la rigidez sólo se supera en el agua de fusión que se obtiene debajo del alambre, debido al calor exterior.

## ii. ardiendo [encendiendo] y apagándose [ardiéndose]

Al reino del calor, con sus procesos de ebullición y burbujeo dentro del rango de temperaturas del agua fluida, le une, por un lado, el reino del frío, donde todo se vuelve rígido, cuerpos individuales, y, por el otro, el reino de la fusión en la unidad: el Colores uniformes de calor resplandeciente, derritiéndose y vaporizándose.

calor gris. Si se calienta una piedra o un trozo de metal por encima del punto de fusión del estaño (232°C o 450°F), alcanzamos el punto de fusión del plomo (327°C o 621°F); Las virutas de plomo esparcidas ahora se fusionan. Al calentarse más, las piezas comienzan a emitir un brillo superficial débil, como se ve en una habitación a oscuras; En este nuevo aspecto gris blanquecino, el cuerpo adquiere un color distinto del de su entorno y uno tiene la impresión de que es brillante por sí mismo. (ver Óptica) Esta primera sensación de brillo, que siempre aparece periféricamente a nuestra vista, se encuentra entre 520 y 540°C (968-1004°F). A 550°C (1022°F) comienza un brillo rojizo, aunque visible sólo en una habitación a oscuras; A la luz de la habitación, aparece de color marrón.

Un resplandor brillante, visible incluso a plena luz del día, se encuentra por primera vez como un resplandor marrón rojizo a 650 °C (1202 °F). A 800°C (1472°F) se vuelve rojo cereza brillante, a 1000°C (1832°F) un amarillo anaranjado brillante, a 1100°C (2012°F) amarillo brillante, y a 1200°C (2192°F) °F) un radiante blanco-amarillo. Estos números de temperatura probablemente ayudarán al profesor a orientarse, pero para los estudiantes, las sensaciones son las más interesantes, por ejemplo, cómo los colores del hierro gris y la plata (o incluso el oro) se vuelven similares a los brillantes.

Machine Translated by Google



se acerca al calor (He8). Mientras que el frío hace que todo en la naturaleza sea duro, sólido y, por lo tanto, forma cuerpos separados e individuales, el calor, por el contrario, trabaja para crear una unificación, fluidización, un intercambio de unos con otros, una unidad, que también se expresa en el color uniforme de la luz. Calor alcanzado por todos los cuerpos calentados hasta este estado.

III. imagenes para el calor

Sobre la base aquí expuesta, en estos primeros estudios térmicos renunciamos a definiciones, mediciones y cálculos. En lugar de profundizar en los “vatios-segundos” o en la termodinámica material y los átomos, queremos ampliar la consideración completa de las conexiones que se manifiestan en el proceso de calentarse o enfriarse. Para mostrar el parentesco del calor con los más variados fenómenos mundiales, a continuación se podrían vincular experimentos con los colores cálidos y fríos (He9).

¿De dónde viene la frialdad terrenal? A una profundidad de 30 cm (12 pulgadas), la tierra muestra una variación diaria2 de aproximadamente 2 °C (3,6 °F) y una variación anual3 de aproximadamente 17 °C (30,6 °F), que depende mucho del tipo de suelo. . [4] Entre 3m y a 30 m (10 a 100 pies) de profundidad, en Europa central prevalece un rango de temperatura promedio anual de 8° a 10°C (14–18°F) (+1 grado), dependiendo de la época del año y el clima. A mayor profundidad, la temperatura aumenta lentamente con la profundidad, aproximadamente 1 °C/100 m [0,6 °F/100 pies] en granito cristalino (hasta casi 125 °C/100 m [75 °F/100 pies] en Canadá); 1°/30m (1,8°F/100 pies) en roca sedimentaria; y en zonas volcánicas, 1°/11 m (5,4°F/100 pies) aproximadamente, por ejemplo en los Alpes de Suabia. [Estas cifras de temperatura no son material de clase, sino una ayuda para que el profesor desarrolle los conceptos básicos necesarios.] También hace calor en las minas. El frío no puede venir de abajo hacia arriba; proviene de los lugares de la tierra abiertos al cosmos. Esta apertura a los oscuros espacios cósmicos, con sus frías estrellas que brillan, es el fenómeno real; La radiación de calor (re-radiación) es un concepto complementario y superfluo.

¿De dónde viene el calor? Todos los cambios en el calor terrestre de la superficie terrestre surgen de la orientación hacia el sol y sus ritmos. Las superficies terrestres abiertas, es decir, expuestas libremente al sol, se calientan. La oscura extensión de los cielos estrellados con sus constelaciones eternamente fijas (que en realidad giran a nuestro alrededor, geocéntricamente) es una imagen estática del frío. En cambio, el sol mueve todo lo que hay en la tierra y guía el curso del día y del año con su recorrido, permitiéndonos tener sentimientos [como un flujo y reflujo interno en el alma]. El sol se convierte para nosotros en la imagen incesante del calor. Recordamos el poema de Morgenstern: “Oh, mira la tierra del amanecer”. El frío y el calor se relacionan con la imaginación mental y la voluntad, si se los entiende en el sentido de la antropología de Rudolf Steiner (Conferencias sobre el estudio del hombre).

Machine Translated by Google



En el reino de la naturaleza, los filos animales aumentan su temperatura corporal hasta el punto de ser de sangre caliente (manteniendo internamente una temperatura corporal elevada). Los anfibios y reptiles (invertebrados) utilizan el calor exterior.
Luego las aves y finalmente los mamíferos mantienen un calor interior frente a las variaciones exteriores. Y la calidez en el ser humano vuelve a ser diferente. Este calor no sólo proviene de la interacción entre la naturaleza y la actividad del alma adyacente al cuerpo (como ocurre con los animales superiores), sino que surge del espíritu, en la medida en que el ser humano trabaja a partir de objetivos concebidos en el espíritu. Luego se "calienta" con el asunto que nos ocupa. Y con voluntad capta el calor que fluye de todo el cuerpo y también del aire circundante, haciéndolo a menudo más cálido a su alrededor.

A través de la actividad del cosmos, el calor del sol se desarrolla siempre de nuevo a partir del frío (noche estrellada). La naturaleza palpita con esta calidez. En las acciones humanas, las intenciones se desarrollan a partir de una frialdad conceptual y, a través del amor por la acción, se engendra un nuevo calor en el mundo [además del calor directamente atribuible al sol]. En el calor entran en contacto los procesos cósmicos y humanos. El calor exterior del sol parece la voluntad de un ser extendido; y el calor desarrollado en el ser humano parece un calor individualizado del cosmos.
Pensar en tales relaciones de calidez conduce a una visión del mundo que abarca al ser humano. Rudolf Steiner retomó esto en el "Curso de Calidez",5 a diferencia del "Curso de Luz",6 donde se esboza un método científico apropiado para la luz. (ver Óptica, arriba)

## IV. aislamiento térmico

Para mostrar el parentesco del calor con los más variados fenómenos del mundo, podríamos vincular un experimento sobre colores y sonidos cálidos y fríos (He9), colocándolo quizás como una introducción a los estudios del calor.

No hemos dado un tratamiento técnico al tema de la calidez; que comienza en el séptimo grado y aumenta en el octavo y noveno grado, hasta llegar a los motores térmicos (de vapor y de combustión interna). Hemos considerado el calor menos desde el punto de vista de los objetivos técnicos de las personas, sino más bien desde el punto de vista de una fuente de fuerza cósmica. Eso nos lleva a la voluntad humana. En la medida en que esto se inserte en el mundo. De manera humanizada y cultivada, surge un problema nuevo y distintivo, el de la ropa de abrigo. La voluntad del ser humano no siempre se manifiesta desnuda en el mundo con fuerza bruta, sino que a través de la ropa se intenta retener nuestro calor para dirigirlo con nuestra voluntad y también para permitirle actuar en nuestro interior. nuestra propia alma.

Así, la calidez, a imagen de la ropa, nos lleva al tema: voluntad exteriorizada, voluntad interiorizada. Cada ser humano puede producir una especie de isla de calor, una

Machine Translated by Google



ínsula. Para ello se necesitan aislantes térmicos: elementos que permitan mantener el calor muy cerca del frío. Una vez comprendido esto, estas preguntas nos llevan a cuestiones prácticas sobre tejidos y tejidos de vestir, de modo que un poco de estudio de temas de la vida diaria (Lebenskunde) pueda entrar en nuestros estudios en un sentido convencional.
Y el concepto de aislantes térmicos (secos, luminosos, aireados, no acuosos) es una preparación para el concepto de aislantes eléctricos.

Machine Translated by Google

## Experimentos en calor

### él 1 derritiéndose; “caliente fundido”

Coloque una barra de soldadura de estaño (todavía disponible en algunas tiendas de suministros para plomeros) o un simple lingote de estaño comercial, aproximadamente media taza, en una olla pequeña [una “olla de soldadura” de hierro fundido vieja de plomero es excelente] y caliéntela a fuego lento. un trípode de laboratorio sobre un quemador Fisher. Caliéntalo hasta aproximadamente medio minuto después del punto de fusión. Luego, gotee agua fría sobre la superficie del metal fundido hasta que ya no se vaporice ni chisporrotee: nuestro “caldo” supera con creces la temperatura de ebullición del agua. Mostramos cómo la lata se ha vuelto rígida debido a esto al invertir la olla; se cae un bulto sólido.

Luego, lo volvemos a calentar (durante 10 a 20 segundos después de derretirse) y luego dejamos que el metal fundido corra por un canal con lados de madera hacia un balde grande de agua en un chorro brillante. Nota: Si lo calentamos demasiado tiempo, estará demasiado caliente y chisporroteará demasiado violentamente en el agua (se necesitan gafas de seguridad). Pero si se calienta hasta pasar el punto de fusión, se solidificará en el tablero. La pista de madera contrachapada, de unos 50 cm (20") de largo, se puede colocar con una pendiente de menos de 45°. [Observe cómo quema la madera; hace incluso más calor que la temperatura abrasadora de la madera. Observe el fascinante chapoteo helado -formularios encontrados en el fondo del cubo.]

### él 2 ruido de vertido

Prepara dos cacerolas de 2 litros (2 cuartos), una llena de agua fría y otra de agua hirviendo. Vierta alternativamente el líquido de cada taza, taza por taza, en dos recipientes de porcelana, que deben ser lo más grandes y fuertes posible. Escuche los chasquidos y salpicaduras del agua fría y el soplo del agua caliente, que se derrama como terciopelo. También se podía escuchar el agua vertida en una bañera para bebés con toallas de mano extendidas en el interior y colocadas sobre un suelo de cemento.

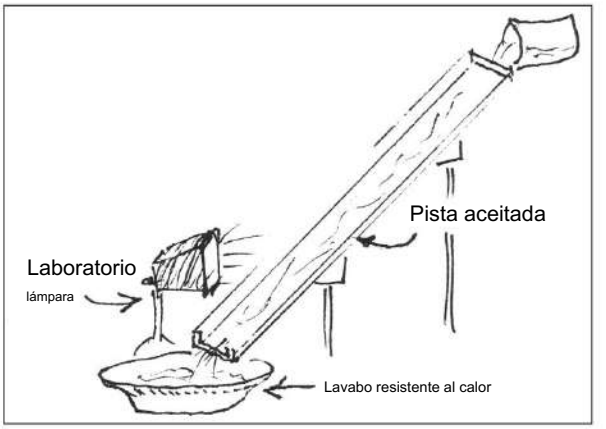
### él 3 formas que fluyen

Instale una pista de madera contrachapada, de aproximadamente 130 cm x 80 cm x 1 cm (50" x 30" x 3/8") de la siguiente manera: La tabla se frotó dos veces con aceite de linaza y 2 horas después se pulió con un paño para eliminar el exceso de aceite. De este modo se sellan los poros de la madera. Se ilumina desde abajo con nuestra lámpara de laboratorio (100 W, con reflector colimador; alternativamente se puede utilizar una lámpara frontal de automóvil halógena de cuarzo). Ajustar la lámpara de modo que ilumine los frentes de onda y los haga brillar. .Primero echamos agua caliente por encima

Machine Translated by Google



para humedecer el tablero.
Luego alternamos entre
agua helada (no vierta los cubitos de hielo necesarios) y agua caliente (solo a unos 70°C [94°F], para que no produzca vapor que confunda las cosas). Si la junta ha logrado lo mismo




Revelando agua en formas fluidas

La temperatura a través de vertidos repetidos, diferentes formas de onda y también diferentes tiempos de flujo son observado. Es sorprendente lo abundante y ondulante que es la escorrentía de agua fría.

él 4 gotas y burbujas

comparación: en la forma más sencilla, se coloca un vaso con agua fría del grifo al lado de otro similar con la misma cantidad de agua ya hirviendo; luego, introducimos gotas de tinta. En el agua hirviendo, las gotas de tinta se hunden de forma diferente y las burbujas hirviendo crean una escena "tormentosa". [En aguas más frías, surgen interesantes formas de anillos de guirnaldas que persisten por más tiempo; mientras que el agua tibia disuelve las formas tan rápidamente que las gotas de tinta se difunden muy rápidamente y las formas interesantes no duran lo suficiente para apreciarlas.]

Calentamiento: Fijar un vaso de pyrex de 600 ml (con bajo coeficiente de expansión térmica) con una abrazadera sobre un trípode, y llenarlo con agua con gas y cubitos de hielo para que podamos ver la superficie debajo de la abrazadera. Lo calentamos con un quemador de laboratorio, que enciende una llama azul pero no demasiado grande. Si la llama es demasiado aguda o no se aviva hacia adelante y hacia atrás, el vidrio se romperá. Pero si lo calentamos demasiado débilmente, la demostración tardará demasiado y no será muy interesante.

Cuando el hielo finalmente se haya derretido, pruebe el calor: no se detecta mayor calor, a pesar del tiempo de sobrecalentamiento (el hielo lo ha mantenido fresco). Deje que el agua se calme y observe las gotas de tinta. Se hunden lentamente y con formas interesantes, mostrando visualmente que el agua está fría. Cuando volvemos a calentar el agua, el color de la tinta desaparece por el calor [especialmente con tinta lavable] y por dispersión. Seguimos introduciendo gotas de tinta, aunque con un calentamiento más fuerte sólo podemos dejar caer tinta durante un rato, ya que las burbujas (dióxido de carbono) suben en trayectorias más onduladas. La tinta se hunde más rápidamente ahora. Finalmente, escuchamos el sonido de ebullición y el agua está en caos, como lo muestra la tinta que cae nuevamente.

Machine Translated by Google



él 5 entumecido por el frío

Rompe un bloque de hielo de la bandeja de hielo (o congelado en un molde para pan) entre dos toallas. Note el sonido del aplastamiento. [Sonará quebradizo, vidrioso, especialmente si el hielo está muy frío.] Se cortaría una mano frotada entre los fragmentos afilados. Ahora cada niño recibe un fragmento del tamaño de una nuez y lo frota en un lugar blando, tal vez en el interior del brazo, durante el tiempo que pueda soportarlo. Simplemente pinche la piel con una aguja o un alfiler afilado. No puede distinguir el primer contacto con la piel, como antes; en cambio, sentirá sólo una extraña sensación de presión.

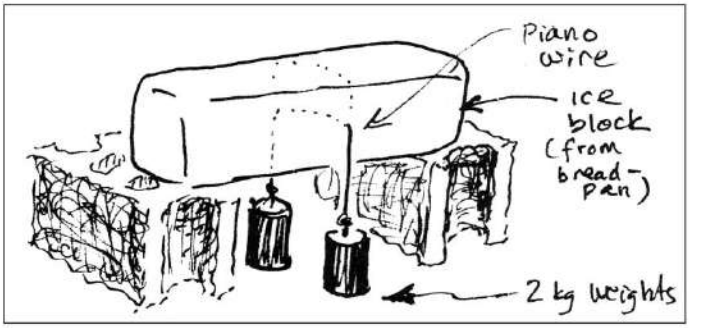
él 6 endurecimiento

Haga que un estudiante sumerja su mano en un vaso lleno de agua helada. Cuando se sienta incómodo, pídale que saque la mano y muestre la piel enrojecida.
Sus intentos de atar una cinta o tocar un violín muestran que los dedos sólo pueden moverse lenta y torpemente; ha perdido destreza. Este experimento es sólo un ejemplo, ya que los dedos se anudan cuando todo el cuerpo es atacado demasiado severamente. [Un frío como este es en realidad un trauma fisiológico para el cuerpo y no debe llevarse demasiado lejos; también podríamos relatar historias de experiencias de personas al caer a través del hielo en accidentes, etc.]

el 7 bloque de hielo

Coloque un bloque de hielo, congelado en un molde para pan, sobre dos bloques o taburetes. Coloque la cuerda de piano sobre el bloque, habiendo investigado previamente el peso máximo con el que la cuerda no se romperá. Además, debemos dejar reposar el bloque de hielo helado durante un rato, permitiendo que la superficie y el interior se igualen a 0°C (32°F).

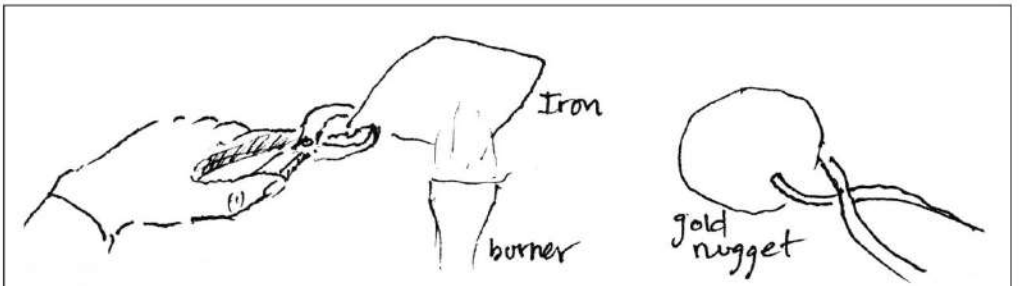
Durante un período de 1 a 2 horas, el cable pasará a través del bloque de hielo y el bloque permanecerá intacto. Sólo al final el cable se partirá en un fragmento cuando las pesas caigan al suelo (cubierto con esteras). Cuanto mayores sean los pesos en relación con el cable, más rápidamente pasará a través de él. Con cables muy finos (p. ej., la cuerda de piano más fina), el experimento se desarrolla sorprendentemente rápido. Sin embargo, si el hielo está más frío que -2°C (28,4°F), el cable no pasará.




El misterio del bloque de hielo sin cortar

Machine Translated by Google





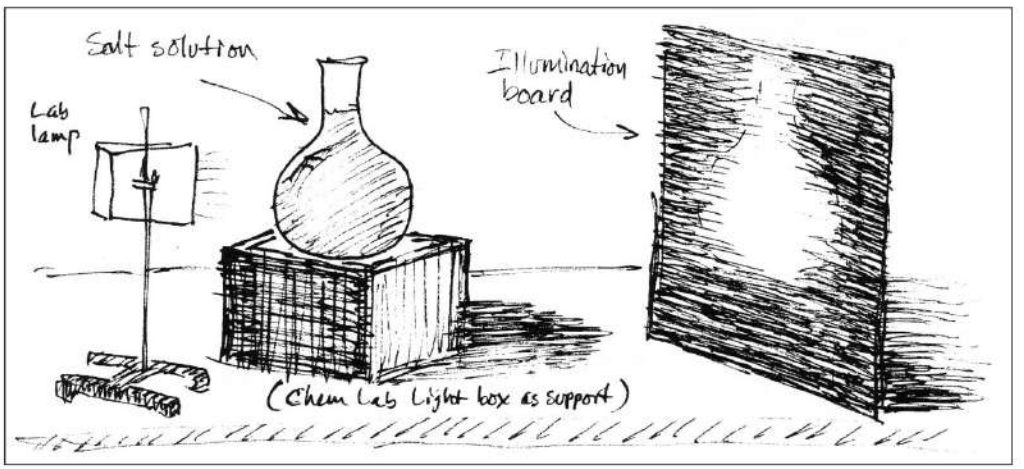

Colores brillantes de metales.

los 8 metales brillantes

Calienta un trozo oxidado de placa de hierro de aproximadamente 5 mm (3/16") de espesor, cortado en forma de diamante, y una pequeña pepita de oro para que brille. [¡El oro auténtico y puro no sufrirá daños! Pero no lo caliente más allá de un resplandor naranja o podría derretirse.] Sostenga las piezas sobre el cono azul de la llama en una habitación semioscura y caliéntelas hasta que brille visiblemente. De una manera totalmente impresionante, el oro adquiere un tono de flor de durazno, en contraste al color muy rojo del hierro.

Los 9 colores y sonidos fríos y cálidos.

Configure cinco matraces Erlenmeyer de 250 ml con soluciones coloreadas. Uno está lleno de una solución saturada de sal de cloruro de hierro (III) [rojo parduzco]; alternativamente se puede utilizar nitrato de hierro (III). Un segundo contiene una solución saturada de sulfato de cobre (II) [azul cielo]; el tercero, con la misma solución de sal de cobre, pero añadiendo solución de cloruro de potasio (hasta que quede de color turquesa pero no demasiado oscuro). El cuarto tiene soluciones de cloruro de potasio y sodio (sal de mesa) a las que se le ha añadido ácido clorhídrico.



Machine Translated by Google



y una cantidad suficiente de sulfato de cobre (II) para obtener un color verde intenso. El quinto matraz contiene una solución de dicromato de potasio [naranja intenso]. Además, coloque un frasco Florence de fondo plano sobre la mesa de lectura, sostenido por tapones de goma para que pueda ser iluminado por nuestra lámpara de laboratorio y los colores proyectados en la pared del aula.

La amplitud y quietud del azul y la frialdad casi tangible del turquesa contrastan con la proximidad y calidez del rojo anaranjado de las sales de hierro.
Estos colores minerales transparentes se parecen a las piedras preciosas de colores transparentes.

Para los sonidos “fríos” y “cálidos”, utilizamos varillas o placas de madera y metal de tamaños similares. [Recuerde nuestras exploraciones al final de Acústica.]

Machine Translated by Google



## introducción

Al estudiar la electricidad, no debemos esforzarnos por lograr un sistema de clasificación, sino por un desarrollo completo de las impresiones de este reino peculiar, para abrir el camino a experiencias en un nuevo reino de sentimientos, que deben ser tratados con imágenes. Esto debería unificarse con algunos conceptos claros. Este ámbito se abre sólo ligeramente para los profesores no formados en fenomenología (también al considerar los experimentos), hasta el punto de que apenas saben cómo caracterizarlo o presentarlo. Por lo tanto, junto con las indicaciones didácticas, generalmente debemos reflexionar sobre muchas cosas sobre la electricidad, no para aclarar este tema, sino para tener a la vista su carácter verdaderamente enigmático, para que, mediante una enseñanza dirigida a un objetivo claro, el los estudiantes pueden llegar a una experiencia clara de ello.

## i. la historia de la electricidad

la historia de un sujeto es ya la cosa misma... casi. ¿Cómo se descubrió la electricidad? ¿Cómo se hizo por primera vez? Desde la antigüedad, el ámbar ha circulado ampliamente.[1] Se comercializaba desde el mar Báltico hasta Grecia y también se extraía en Silesia y el delta del Po. Los griegos lo llamaban elektron, que significa "amarillo claro". Después de Tales, quien lo describió, se sabía que una vez que se frotaba vigorosamente con la piel, surgía una influencia atractiva, tal que atraía fibras de algodón o lana, restos de papiro y pelos de animales.

Los griegos pensaban que el ámbar eran lágrimas coaguladas, por lo que se entrelazaba con los mitos de aquellos que morían trágicamente y eran llorados con “lágrimas de ámbar”. Aunque los romanos ya tenían clara la naturaleza obvia del ámbar (resina endurecida), esta fuerza eléctrica del ámbar permaneció sin investigarse durante 2000 años, mientras que la acústica, la óptica y, sobre todo, la mecánica se elaboraban y avanzaban constantemente paso a paso.

En Inglaterra, la electricidad no se investigó más a fondo hasta finales del siglo XVI. ¿Qué se estaba abriendo paso en este momento? El gobierno de todo el reino insular finalmente había pasado de los jefes de clan de las tierras altas escocesas y de las casas reales escocesas a la corona inglesa, que reinaba desde Londres, la gran ciudad con un puerto marítimo. María Estuardo cayó e Isabel I condujo a la isla al comienzo de su mayor poder. Ella se aisló de los viejos poderes; Se estableció la iglesia anglicana y la iglesia romana en Inglaterra.

Machine Translated by Google



reprimido decisivamente. Los dramas de Shakespeare apelan al poder individual de una persona sobre su destino. El Papa arrojó una bula papal al agua; la Armada siguió. Isabel se mantuvo firme, cultivó el gobierno de los mares y fundó un reino mundano. Su médico, William Gilbert (1544-1603), fue verdaderamente el científico natural más destacado de su tiempo. El trabajo de su vida se centró en el magnetismo, sobre el cual realizó investigaciones básicas, y lo propuso como un medio útil de orientación en el mar, independiente del artificio mecánico y ya no basado en [la sabiduría de los marineros sobre] las corrientes de agua, las nubes o el cielo. Gilbert delineó las fuerzas eléctricas por un lado y, mientras tanto, también presentó sus fenómenos de manera esencial. Con su hipótesis de los fluidos presentó la primera teoría integral de la electricidad. La palabra electricidad se deriva de la vis electrica de Gilbert: Electricidad (de electricus
que significa "de ámbar") se llamó entonces "una fuerza de ámbar".

Desde entonces, la electricidad se desarrolló a través de Franklin, quien puso en práctica las ideas de Gilbert y las avanzó; vía Galvani a Volta, quien utilizó las ideas de Galvani y las avanzó; luego a través de Faraday, quien desarrolló las ideas de Siemens. Siguiendo también estos tres pasos (Gilbert-Franklin, Galvani-Volta, Faraday-Siemens) nuestro plan de estudios se desarrolla para los grados 6º, 7º y 8º. Comienza en Londres con Gilbert, quien fue el primero en investigar y cultivar los fenómenos eléctricos creados por el hombre que perforan el tapiz cohesivo de la naturaleza, y en estudiarlos con un celo previamente dedicado a observar los objetos de la creación que ocurren naturalmente. Se puede relatar la biografía de Isabel I y reconocer en ella la voz de esta época, tal como se experimentó en la forma un tanto equivocada de esta gran entrega al mundo exterior; En él, hay muchas cosas que podemos plantear a los estudiantes como temas relacionados a lo largo de este bloque.

### ii. cómo surge y desaparece

cómo surge y desaparece es una forma útil de clasificar externamente las cosas más enigmáticas del mundo. La atracción es el primer fenómeno perceptible que muestra que un objeto tiene alguna propiedad o estado especial. Representativo del tipo de conciencia que prevaleció durante 2000 años, comenzamos con dos objetos naturales: ámbar y un trozo de piel (El1).

Con la atracción de los trozos de papel vemos las cualidades que son especialmente adecuadas para generar un estado electrificado: materiales livianos, secos, delgados y generalmente inflamables; también artículos secos y muertos (El2). Se trata al mismo tiempo de materiales resistentes al calor y al frío, los llamados aislantes térmicos. Estas cosas muertas deben juntarse en íntimo contacto y luego separarse. Después de frotarlos o presionarlos, tienden a pegarse entre sí: es

Machine Translated by Google



esta separación contra la resistencia (especialmente notable en los materiales plásticos) que crea la tensión eléctrica [carga eléctrica estática]. 2 Así, al mismo tiempo surge un contrapolo igualmente fuerte en el material de fricción (superficie de la mesa); sin embargo, normalmente pasa a la tierra a través del contacto físico y desaparece tan pronto como se crea. El acercamiento que la atracción busca lograr es una especie de respuesta al ritual de separación anterior: ambos gestos mecánicos [la separación y la atracción subsiguiente] dependen uno del otro, aunque generalmente se malinterpretan. Sin embargo, este material frotado o acariciado incluso atrae a otros materiales, incluso a cuerpos metálicos livianos, si están suspendidos de una cuerda [y así se evita que se conecten a tierra y eliminen la carga eléctrica polar inducida en ellos].

Es útil obtener los fenómenos con mayor potencia utilizando artículos de plástico. Ahora realmente hacen su aparición las fuerzas repulsivas (El3). Como vemos claramente, una vez que los restos han adoptado la condición de la propia lámina, son repelidos. La atracción, por el contrario, se convierte en lo que la condición no tiene. El fajo sale volando hacia la habitación; salta con aversión. Es significativo el hecho de que los objetos caigan hacia un lado, no hacia abajo. A pesar de su individualización, las partes de nuestra tierra forman un gran todo; esto se manifiesta en la caída, donde todo avanza hacia la unión con la tierra. Todo lo que se ha elevado sobre la superficie de la tierra o en el aire muestra que pertenece a la masa subyacente de la tierra por el peso con el que presiona sobre otras cosas.

Esta unidad, que abarca todos los objetos materiales y se manifiesta en su peso y movimiento de caída, se rompe mediante una fuerza eléctrica: el fajo “cae” hacia un lado, sobre la película, en lugar de caer como de costumbre. En lugar de la conexión omnicomprensiva con la Tierra, vemos la creación de un centro de búsqueda individual, que se desprende de la red entrelazada de los fenómenos mundiales. Los materiales plásticos tienen por sí mismos una tendencia a este estado, lo que les permite crearlo con mucha fuerza, de modo que apenas es posible deshacerse de él. Por regla general, todos los cuerpos atraídos contribuyen a su eliminación: en menor medida el aire, y menos aún todo lo que tiene conexión con la tierra. Por medio de la tierra, y también de la mano humana, podemos, por lo general, eliminar el fantasma de la electrificación. Pero a través del necesario toque y la posterior separación, a menudo se producirá una nueva electrificación. El “poder curativo” de toda la tierra puede eliminar estas cargas más rebeldes a través del agua, del cuenco mojado, de la mesa, del suelo, de la tierra (El4).
La Tierra absorbe estas cargas observables y normaliza la situación.
Ya lo hemos descubierto: la electrificación sólo se puede generar en condiciones secas y también sólo con cosas muertas que ya no estén impregnadas de

Machine Translated by Google



una vida llena de agua. El estado eléctrico no se puede producir con el cuero y la madera, que son porosos y que intercambian muy delicadamente la humedad con el aire. También una llama en el barrio elimina muy rápidamente el estado electrificado. La electricidad reside fuera del juego de los elementos, reside enteramente en lo sólido o incluso en algún otro ámbito.

Invisiblemente, se arrastra la imagen de que la electricidad es una “enfermedad” que es “curada” por el agua y la Madre Tierra. Permitimos que esta comparación se haga provisionalmente, ya que expresa algo de nuestra experiencia (no por ninguna otra razón esencial).
Más adelante lo abandonaremos [en los estudios eléctricos más “convencionales” de 7º grado, etc.].

III. conductores y aisladores

Ahora es necesario desarrollar la conducción y el aislamiento como conceptos básicos de la electricidad. En un principio el aislamiento del estado eléctrico es incomprensible en ciertos materiales (El 5). De todos modos, después del roce, la carga permanece sólidamente allí. Cuando nos topamos con un “nido eléctrico”, un lugar tan chispeante y cargado, entonces podemos eliminarlo con un pequeño movimiento del dedo, ¡sin que el “nido” vecino desaparezca! Además, la condición de carga eléctrica no se presenta en el mismo grado en todas partes de la varilla (principalmente debido a un roce desigual, irregularidades en la superficie...). Tiene una actividad localizada, y estas localidades no actúan juntas; están separados unos de otros como islas. La varilla aísla la condición, "aísla"; (ínsula, latín = isla). Los aislantes térmicos utilizados para generar electricidad por fricción también resultan ser aislantes eléctricos. Por el contrario, existen materiales que se unen totalmente al estado electrificado, difundiéndolo lo más posible. Estos se llaman "conductores".

Podemos comparar el estado electrificado con una especie de material invisible que se puede recoger en gotas: cuanto más grande es el recipiente, más “cabe dentro”. Como muestran otros experimentos, por ejemplo al invertir el recipiente, no depende del volumen interior ni de la superficie disponible en el interior, sino que la capacidad eléctrica estática depende sólo de la superficie exterior. Curiosamente, es indiferente de qué lado del objeto se aplica la electricidad y dónde se elimina. El objeto metálico siempre se “carga” en su totalidad y se descarga en su totalidad. Claramente, fusiona cada carga eléctrica que recibe, la acumula e incluso la esparce hasta las puntas de las tiras de papel. Su dispersión muestra el aumento gradual de la carga eléctrica. Y luego, en una explosión, todo lo "disponible" se descarga desde algún lugar arbitrario. Así, la lata de metal es conductora y distribuye la carga por toda su superficie.

Machine Translated by Google



La laboriosa carga de un objeto metálico mediante una varilla frotada también se puede realizar con una máquina: la máquina eléctrica Guericke (EI7). 3 Fue descubierto por el alcalde de Magdeburgo, el barón von Guericke, y sigue siendo fascinante hoy en día. Guericke relacionó con él todo tipo de ideas sobre las fuerzas terrestres.

Una especie de tensión [como en la electricidad de alta tensión] se apodera incluso del experimentador: una persona se pone nerviosa porque nunca ha visto de antemano cuán poderosa surgirá una chispa. De alguna manera se supera la interconexión de las percepciones, e incluso del tiempo y el espacio. Todo lo demás en nuestro mundo se desarrolla: las plantas crecen y las nubes surcan el cielo. Aquí, sin embargo, algo ocurre instantáneamente y sin previo aviso, después de una especie de preparación enigmática, casi ritual.

IV. ¿Qué es la electricidad?

Esta pregunta difícilmente puede responderse mediante conjeturas o sin libros. Sólo una experiencia reflexiva y personal de las percepciones nos ayudará, aunque al principio sólo hasta el punto en que podamos hacer preguntas. Lo significativo es que a medida que conocemos las percepciones de los más variados reinos sensoriales y vemos cómo ocurren inesperadamente, sentimos que las manifestaciones de la electricidad no tienen conexión con la naturaleza ordinaria y, en realidad, percibimos poco de la electricidad misma. ¿De dónde viene el pinchazo en mi dedo aunque no haya nada más cerca que 3 mm o 1/8 de pulgada? Los fenómenos que se manifiestan al principio indican verdaderamente alguna condición, aunque no su forma esencial; más bien, sólo apuntan a su desaparición. Así, la chispa (tan típica de la electricidad) se descarga en una ráfaga. Los trozos de papel atraídos disminuyen sólo un poco la tensión, aunque la protegen hacia el exterior.
Los [restos] repelidos disminuyen la carga eléctrica y transportan parte de ella para ser neutralizada. Y las tiras de papel erectas tantean los alrededores buscando soltar la carga. Atracción, repulsión, crepitaciones y chispas: todos van camino de la desaparición del estado electrificado; surgen en respuesta al ritual de “engendramiento”.

¿Pero qué es realmente engendrado? ¡Fenómenos de desaparición! El Estado mismo –si tal cosa existe– se oculta bajo el tapiz de las percepciones.
Sin embargo, algo surge de debajo: las cosas se ponen en movimiento como por la mano de un espíritu. Desde lugares lejanos se manifiestan chispas y calor. Surge una especie de vida ilusoria. Los objetos animados, las plantas verdes, la madera y el cuero deben dejar de darle origen; debemos usar cosas quebradizas, secas y muertas, juntarlas y luego separarlas: entonces ocurre algún tipo de vida ilusoria inesperada. De ese modo salimos del reino de los muertos (que conduce a la quietud, la pesadez y la rigidez), a un territorio imprevisto, pero desde un lado diferente, no de regreso a la vida.

Machine Translated by Google



La electricidad es ajena a la naturaleza viva. Atravesamos un lugar sub-muerto, el llamado reino de la "subnaturaleza" (Steiner), donde la rigidez se disuelve y una nueva "vida" de actividad se establece. Con subnaturaleza no quiero sugerir una región mítica, pero intento comprender y caracterizar lo que experimentamos, es decir, pensar en la conexión con el mundo experimentable.

v. imágenes para electricidad

Para la enseñanza, debemos tratar de comprender tales ideas en imágenes, ya que, justo cuando tenemos experimentos realmente impresionantes y emocionantes que llevar a la clase, los estudiantes tienden a experimentar solo el lado del poder de los efectos. La vida de sentimiento adquiere una orientación egoísta, una experiencia de control del mundo4 y los fenómenos se convierten en un medio de entretenimiento. La sensación de que la vida está aislada del mundo, se convierte en un estereotipo y finalmente se reduce únicamente a sus propios cuerpos físicos. La tarea pedagógica de este segundo período de siete años es la opuesta: la diferenciación de los sentimientos mediante una iluminación total de lo humano, no un mero encuentro utilitario y representativo con el mundo. Es valioso construir conceptualizaciones que funcionen de una manera iluminada por los sentidos, que no sean abstractas sino que puedan sentirse como imágenes objetivas. Steiner ofrece una base integral para el enfoque comparativo e imaginativo en sus conferencias sobre educación. Aquí tenemos que hacernos la pregunta: ¿Qué tipo de imagen exactamente?

La imagen elaborada anteriormente sobre la enfermedad y la curación es sólo parcialmente válida. La electricidad es fundamentalmente tan ajena a la naturaleza que no se puede hablar de enfermedad ni de hostilidad. Sólo en los límites, cuando trabaja excesivamente a partir de lo muerto, enferma la vida. En general, la electricidad no elimina la vida, pero se interpone entre sí sin conexión. Históricamente, la familiaridad con él comenzó:
como se describió anteriormente, con el inicio de la era de la conciencia-alma y el deseo de penetrar la naturaleza inanimada. No se debe permitir que la electricidad, incluso para los aficionados a la electricidad, se aplique a este objetivo. Una posibilidad podría ser una imagen como la siguiente: uno deambula por un paisaje ondulado y completamente muerto hacia un mar negro inimaginablemente vasto en una depresión rocosa. Brilla como agua, iridiscente en su negrura casi metálica. Y cuando intentamos pincharlo con un palo, el palo es arrojado hacia atrás y nosotros mismos recibimos una descarga eléctrica. Constantemente ocurren reacciones nuevas e inesperadas, y no podemos agarrar nada de este "mar" en nuestras manos o penetrar con éxito en él.

La física escolar prosaica también se presenta en imágenes: el llamado modelo.
Aunque los fenómenos eléctricos no se producen directamente sobre los cuerpos sino en su entorno (chispas saltarinas, atracción...), se piensa que todo esto es causado por una

Machine Translated by Google



“carga o carga” cuasimaterial que se asienta “sobre” el cuerpo y se recoge o extiende y siempre permanece preservada. Por lo tanto, la física escolar debe suponer que, dado que estas cargas surgen de la nada (el roce) y desaparecen en el vacío con la neutralización del más y el menos (que todavía no hemos introducido) o mediante la conexión a tierra, es necesario que existan cargas más y menos. en cantidades iguales en toda la materia. Dado que en todos los experimentos son neutralizados (tragados), deben distribuirse en partículas atómicamente separadas, que están en todo. Es como si el mundo estuviera hecho de electricidad.

Este breve vistazo a las teorías convencionales puede ser suficiente. Este modelo eléctrico material no necesita ser retratado con precisión (se encuentra en los libros de texto de las escuelas públicas) ni debe evaluarse su justificación epistemológica; es decir, debe dejarse completamente abierto. Aquí sólo evaluamos su carácter pictórico para lecciones introductorias. ¿Hasta qué punto puede ser no sólo un modelo intelectual, sino también un símbolo de los fenómenos? Como símbolo, pone los fenómenos patas arriba. La electricidad es subnatural, o al menos al lado de toda la naturaleza en la medida en que caracterizamos los fenómenos simples. Por medio de tales modelos, la electricidad se convierte en una base omnipenetrante; el mundo está internamente electrificado y atomizado.
El aspecto interior y esencial del mundo se volverá así inaccesible a la participación humana, empujado a la pequeñez atómica, es decir, abducido.

El niño quedará excluido del mundo libre. Entonces, esta imagen actúa de manera destructiva en el alma. La enseñanza de las ciencias naturales no puede enredarse responsablemente en el carácter fenoménico científicamente orientado de teorías contradictorias, sino que exige del profesor una consideración de las percepciones fundamentales. Y si la ciencia y nuestra cultura prescinden de esta consideración, entonces el maestro puede implantarla en la cultura con su ejemplo. En cualquier caso, él también debe haberlo pla

### vi. más experimentos de electricidad

Se pueden mostrar en abundancia otros fenómenos eléctricos; el efecto de la aguja [descarga de las puntas de las agujas que hace girar una rueda], la generación de tipos de carga “vítrea” [más] y “resinosa” [menos] (esta última con vidrio y seda), la extensión del tejido seco recortes, etc. Todas estas manifestaciones difícilmente podrán realizarse en el tiempo disponible. Incluso es probable que suceda lo contrario, incluso si tenemos suficiente tiempo. No se trata tanto de completar un capítulo de física, sino de profundizar en la forma de experimentar este tema, sacando a la luz imágenes iluminadas. Un programa de estudios repleto y un enfoque materialista ofrecen piedras en lugar de pan para despertar el interés del estudiante por el mundo. Pero si, en lugar de abordar un tema sistemáticamente, uno da un giro hacia un tema completamente diferente.

Machine Translated by Google



campo de experiencia, entonces se fomenta el interés. Luego, junto con el desarrollo de estos fenómenos nuevos y característicos, cada día comenzarán de nuevo sentimientos totalmente diferentes y desconocidos. Estos nuevos sentimientos se desarrollarán y diferenciarán paso a paso, mediante consideraciones y comparaciones adicionales, a medida que los estudiantes crezcan.

Machine Translated by Google

# Experimentos en electricidad

## el 1 amber

Introduzca lo más grande posible un trozo de ámbar o colofonia de violín; Cuénteles a los estudiantes sobre el nombre griego elektron (elektron) y el nombre germánico del ámbar, piedra combustible. Luego, frótalo unas cuantas veces con un trozo de pelo (que haya sido lavado como ropa en la lavadora para quitarle el aceite natural, si es necesario). Corte trozos de papel (pañuelo de regalo o papel de calco) frente a los estudiantes y colóquelos sobre una caja de cartón oscura o sobre una cubierta de libro; se sentirán atraídos y se adherirán al ámbar "cargado" o "electrificado". [Prueba también otros objetos; las cosas secas y muertas funcionan mejor.]

### el 2 cargas eléctricas calentadas

Coloque un trozo de papel de copia normal sobre la superficie barnizada o plástica de una mesa limpia (bien limpiada). Frote rápidamente con ambas manos, desde el centro hacia afuera, por todo el papel. Retire la hoja y sosténgala sobre los restos de papel (de El1): no hay reacción. Sin embargo, si se calienta el papel y también la superficie de la mesa con un secador de pelo, suele ocurrir que algunos de los restos más pequeños sean atraídos. [Tenga en cuenta que es el contacto íntimo, no el roce, la parte esencial del tratamiento. Una vez separada, la naturaleza tiende a resistir esto atrayendo las cosas nuevamente juntas.]

## el 3 taco saltador

Coloque una película de plástico sobre una superficie seca (madera, fórmica u otro material sintético), posiblemente calentada con un secador de pelo. Pasar por toda la superficie con los bordes de la mano. Cuando se retira, la película se pega a la superficie. Su parte inferior se utiliza en los experimentos:

Inicialmente mostramos cómo los trozos de papel suelen saltar sobre él. Después de unos segundos, sin embargo, muchos de ellos se despliegan, saltan y son repelidos.

Muestre cómo la película es atraída por un fajo de papel del tamaño de una canica suspendido a unos centímetros de distancia. Al retirar la película, el trozo que estaba pegado a ella ahora salta; esta vez, a mayor distancia. Si dejamos caer un fajo nuevo desde una distancia de aproximadamente 1 o 2 manos frente a la película, no cae hacia abajo; su trayectoria se curva hacia un lado: se desvía y salta hacia la película.

Machine Translated by Google



## el 4 sanación: calmar la tensión eléctrica

Para concluir, intentamos deselectrizar la película o varilla acariciándola por ambos lados con las manos abiertas. Sin embargo, siempre atrae desechos en varios lugares. Luego sujételo con abrazaderas sobre un soporte de laboratorio y báñelo brevemente en agua; séquelo con un secador de pelo a aproximadamente 1 m (una yarda) de distancia. La película o varilla está “normalizada” o puesta a tierra; la carga ha desaparecido: ¡no se atraen restos!

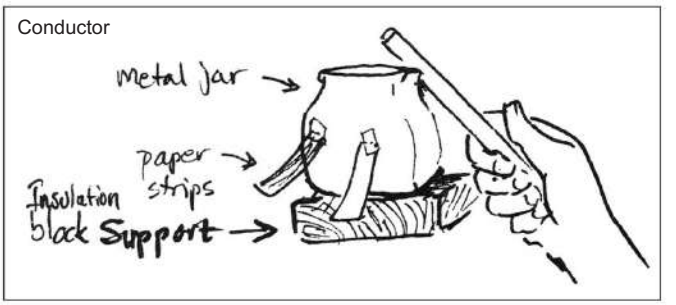
[Tenga en cuenta el procedimiento ritual necesario para producir los efectos; luego, observamos saltos o movimientos extraños.]

## el 5 aislante; islas de carga

Introducimos una varilla (de unos 40 cm de largo) de tubo de vidrio, goma dura o, mejor aún, de PVC. Frotamos con una ligera presión con lana. Al retirar la lana oiremos un crujido.

- •Mueva un dedo a lo largo de la varilla, a aproximadamente 1 cm (½") de distancia. De muchos En algunos lugares chisporrotean inesperadamente, que a la luz de la habitación normalmente no se ven, pero se pueden sentir como pequeños pinchazos en la piel.
- •Pasar una lámpara fluorescente cerca de la varilla frotada en lugar de los dedos, o frotada en lugar de la varilla: numerosas luces centelleantes irregulares.
- •Limpiar la electricidad con la mano elimina la capacidad de pinchazos en el Paso 1, pero no completamente las chispas del tubo fluorescente en el Paso 2.

## el 6a conductors




Coloque un objeto metálico grande que no tenga puntas ni esquinas afiladas (por ejemplo, un objeto metálico antiguo). tarro de mermelada) encima de varios materiales, empezando por un [lápiz-] de plástico caja. En la parte inferior del frasco, en dos lugares visibles para el público, pegamos dos tiras de papel de cebolla o pañuelo de papel del tamaño de un dedo. Golpee una varilla electrificada frotando (El5) repetidamente contra este objeto metálico; las tiras de papel se extienden.

Luego con un dedo nos acercamos al lugar donde hemos aplicado la carga sobre el objeto: a 1 mm (1/16") de distancia salta una chispa más brillante, más fuerte y más dolorosa que las que se consiguen con la varilla sola ( en El5). Acercar repetidamente un dedo no causa mucho más. La electrificación y la descarga posterior en otros puntos causan resultados muy similares.

Machine Translated by Google



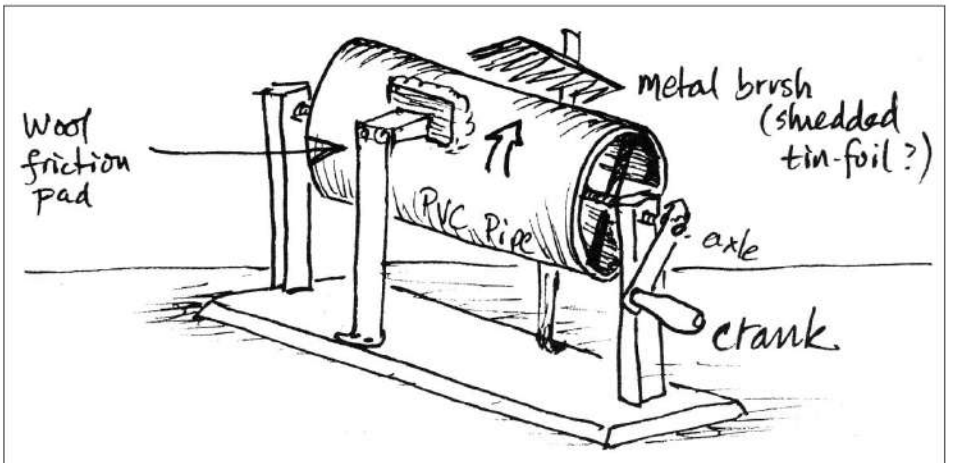
## aisladores el 6b

Podemos variar los bloques aislantes (madera, vidrio, cuero, porcelánico, etc.). Por ejemplo, en el caso de la madera, las tiras de papel se hunden más rápidamente o incluso no destacan en absoluto. También podemos variar el tamaño del objeto metálico: los tamaños más grandes corresponden a chispas más fuertes. Si llenamos la jarra con agua, incluso se pueden obtener chispas de la superficie del agua, ¡incluso usando un trozo de hielo! En lugar de un objeto metálico, haga que un estudiante, parado sobre un pedestal aislante (por ejemplo, con patas de plástico hechas de varillas cortas y gruesas de lucita), se cargue gradualmente. Cuando hace contacto con otro estudiante, la chispa es muy fuerte. [Así, los aisladores permiten que la carga se acumule y persista, mientras que los conductores aniquilan constantemente cualquier carga e impiden que se acumule.]

## maquina electrica el 7a

Básicamente, la máquina de electrificación von Guericke es un cilindro de plástico montado horizontalmente (por ejemplo, un tubo de PVC de 3 pulgadas), con una manivela fijada al eje y una almohadilla de fricción y un peine de metal montados en la parte posterior para recoger la carga.

Con la máquina von Guericke ya no frotamos el cilindro de plástico con la mano, sino con una almohadilla de lana o espuma plástica. A medida que la superficie del tambor gira y se separa de la espuma, se electrifica. En el otro lado, el tambor giratorio tiene fijado muy cerca un peine de metal, que se electrifica aunque no toque el tambor; en la oscuridad podemos ver un brillo en el aire cerca del peine y una gran superficie en el cilindro. El peine está conectado a un almacenamiento de metal.




Máquina eléctrica tipo Von Guericke

Machine Translated by Google



lámina; De este conductor se pueden extraer chispas de hasta 3 cm (1¼") de largo. El material del cepillo (espuma de goma) se conecta con el soporte de metal y la base de madera débilmente conductora, la mesa y la tierra y, por lo tanto, se conecta a tierra (igual que con frotamiento manual, cuando el material se sostiene en la mano).

[Nota: La máquina von Guericke es similar al tipo van de Graaff— reconocible por sus dos esferas acumuladoras de carga dispuestas verticalmente, una en la parte superior y otra en la base. Sin embargo, ese tipo tiene la mayoría de las partes encerradas en el interior y, por lo tanto, su funcionamiento es más misterioso y no tan deseable como el tipo von Guericke, más antiguo pero más comprensible. El tipo Wimshurst, otra antigüedad, funciona con manivela y tiene cableado para llevar las cargas desde las escobillas hasta los frascos de Leyden para acumular la carga. Aunque la forma de Wimshurst es más difícil de fabricar y más cara porque utiliza discos de vidrio que giran en direcciones opuestas, es capaz de generar más corriente y, por lo tanto, es más adecuada para los tubos incandescentes que se investigan en el grado 11 de física.]

## el 7b más experimentos eléctricos

Si el tiempo lo permite, se podrían realizar más experimentos con cargas “resinosas” y “vítreas” [positivas].

Machine Translated by Google

# Magnetismo de grado 6

introducción

El magnetismo ocupa el último lugar en la serie de temas del bloque de física de sexto grado. Por lo general, sólo quedan unos pocos días del tiempo disponible. No podemos emprender demasiado con el magnetismo; pero podemos intentar crear una impresión. Esto se puede encontrar en mis experimentos relacionados con el magnetismo natural de la tierra. La brújula está ante los niños, y el enigma del hierro y los minerales de hierro que muestran su orientación hacia el norte en cualquier lugar de la Tierra, de modo que se sitúan funcionalmente entre los materiales sin dirección y no relacionados de la tierra sólida y la unidad extendida de la cúpula celestial. . La brújula también es pertinente para los estudios de geografía y la Era de los Exploradores en el plan de estudios de historia del sexto grado.

i. magnetismo natural

El magnetismo natural fue la única fuente de esta fuerza durante siglos, hasta el descubrimiento del imán de bobina eléctrica por Oersted en 1820. (ver experimentos sobre electroimanes: Mag1 y Mag2 en octavo grado) Primero, colocamos un trozo del mineral de hierro negro, magnetita (imán), en un pequeño bote de madera y colóquelo en un plato grande con agua. Lentamente, gira hacia una orientación a la que regresará nuevamente si se le molesta y luego se le deja solo (Mag1). Durante esta lenta rotación, se puede presentar el siguiente experimento.

ii. magnetización

Podemos crear magnetismo acariciando la aguja de una brújula de acero o un trozo de hierro con un fragmento de la piedra imán, o de la siguiente manera: tome una aguja de acero y magnetícela vibratoriamente golpeándola a lo largo de su longitud mientras la mantiene orientada apuntando diagonalmente hacia abajo y hacia el norte. . Después, cuélgalo: ahora, al igual que la piedra imán flotante, también se orientará hacia el norte (Mag2). ¿Qué quiere decir esto? Un trozo de mineral, cuando se lo hace ingrávido, es decir, se lo coloca en un soporte móvil sin fricción (suspendido), volverá a la orientación que tenía en la montaña, en la veta de mineral en la que una vez estuvo. La porción de la pieza que vista desde su centro estaba originalmente hacia el norte, posteriormente se desplazará nuevamente hacia el norte. Este fragmento de tierra nunca se desconecta, pero conserva su conexión.

Machine Translated by Google



hasta su fuente—no con el lugar particular de donde vino, sino con toda la tierra, allí en dirección norte (también en dirección sur). Como un recuerdo, conserva la direccionalidad de su lugar de origen en forma de fuerza débil en el fragmento. Lo mismo ocurre con la aguja de acero machacada. Buscará volver nuevamente a la posición que tenía durante el golpe o la vibración. Lo que el mineral había recogido y conservado durante un tiempo inconmensurablemente largo, la aguja de acero lo ha recibido en cuestión de minutos.

Si los trozos de hierro permanecen fijos en su posición durante años, también serán magnetizados por la Tierra; cuanto más tiempo permanezcan en una orientación adecuada, más fuerte será la magnetización. Esta posición no es horizontal hacia el norte (como se puede investigar variando Mag2) sino hacia el norte y hacia abajo unos 70°. ¡La dirección magnética real está sólo 20° por debajo de la vertical! Así, para los conductos de calefacción, las barras de hierro arquitectónicas y, en definitiva, todas las masas de hierro independientes, basta con mantenerlas en una posición vertical definida para permitir que se imanten notablemente con el tiempo. Las partes superiores reciben magnetismo que busca el sur (tipo azul) y la parte inferior recibe magnetismo que busca el norte (tipo rojo). De lo contrario, la aguja de una brújula apuntaría hacia arriba con su extremo que busca el norte (rojo) y hacia abajo con su extremo que busca el sur (azul). La dilatación térmica y las vibraciones del edificio como consecuencia de la ocupación a lo largo de los años han sido sustituidas en Mag2 por el martilleo.

La verificación de la brújula en forma de imán actuando sobre un imán se muestra mejor en el grado 7. Si queremos relatar cómo se magnetiza el hierro forjado, entonces podríamos decir: Si tomamos una barra y la suspendemos para que quede libre. para moverse, asumirá una alineación norte-sur. La magnetización por martillazo es para el maestro el campo dentro del cual puede desarrollar la experiencia del magnetismo terrestre, mediante fuerza, habilidad y paciencia.

### III. desmagnetización

A continuación, explore la eliminación del magnetismo. El hierro es precisamente uno de los metales que, por su rigidez y dureza, dota a las fuerzas del ser humano para dominar el mundo exterior. A través del hierro se recoge y extrae fuerza. ¿Cómo se relaciona la fuerza magnética con esto? Caliente una pequeña barra de hierro, que tal vez haya sido fuertemente magnetizada por un imán permanente moderno, hasta que brille y tal vez también martilleela mientras esté caliente. Durante el ablandamiento inducido por el calor, el magnetismo disminuye y luego la barra se desmagnetiza (Mag3). La temperatura precisa de esta desmagnetización se denomina "temperatura de Curie" y, para el hierro, es de aproximadamente 780 °C (1436 °F).

Machine Translated by Google



IV. compases

Como primera aplicación del magnetismo, la brújula es para los estudiantes algo serio, inmenso, que señala al mundo (Mag4). La palabra brújula proviene del italiano medieval compassire, que significa "suceder juntos" o "caminar", lo que hace la aguja sobre la rosa de los vientos. Cabe mencionar que ni siquiera las mejores brújulas apuntan al verdadero norte (geográfico). Además, nuestra aguja martillada se vuelve un poquito más magnética si se orienta ligeramente hacia el oeste (para lugares al este de los Grandes Lagos; al oeste de este, oriéntese hacia el este) durante el martilleo.

A esta desviación de un imán del norte verdadero la llamamos “declinación” o “desviación de la brújula”. Para el este de América del Norte, está a unos 10° al oeste del norte y disminuye hacia el oeste, como descubrió Colón. Si viajamos en barco hacia el norte, a lugares al este de Groenlandia, Irlanda, Escocia y el Mar Ártico, la desviación hacia el oeste aumenta hasta que la aguja apunta casi hacia el oeste. Entonces ya no se ajusta más: el polo norte magnético.

En la zona cercana a Alaska ocurre todo al revés: la desviación es mayor hacia el este. Si viajamos a Siberia, la aguja apunta casi al noreste. Cuando el explorador Ross buscó la ubicación del polo norte magnético por primera vez, se encontraba debajo de la península de Boothia Felix a 70°15'N de latitud y 96°45'W de longitud. Hoy se ha desplazado hacia el oeste, a unos 76°N de latitud y 100°W de longitud, o unos 350 km (217 millas). Se encuentra al norte de la isla Príncipe de Gales, en la región del norte de Canadá, y se desplaza hacia el noreste a unas 2 millas/2 millas.
año. Las agujas de las brújulas del hemisferio norte apuntan aproximadamente a este lugar. En el hemisferio sur, dicho de manera un tanto simple, las brújulas apuntan al polo magnético sur a 65°S de latitud y 139°E de longitud, entre Australia y la Antártida, en el mar frente a la costa antártica. Hace cuarenta años se encontraba a 72° de latitud y 155° de longitud, en la costa de la Antártida. Se desplaza hacia el norte 4 millas/año.

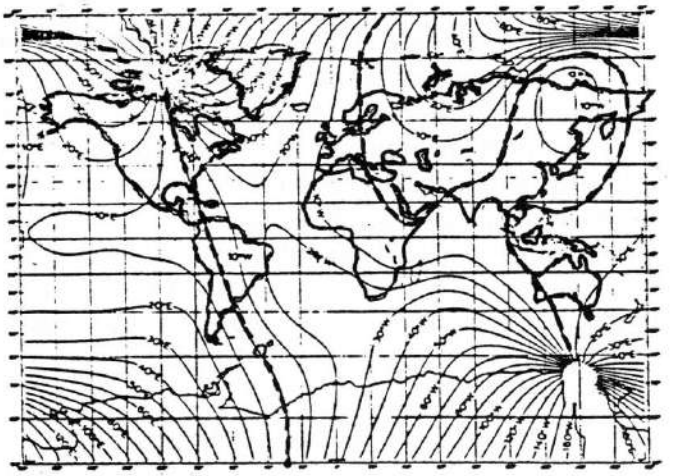
v. declinación magnética

Los siguientes mapas indican la declinación sobre la Tierra durante el último siglo. Más adelante, la línea nula (de desviación 0°) se encuentra más al oeste, como muestra el siguiente mapa. En cualquier localidad dada, la declinación cambia, a menudo hasta 1°/ década, a veces más. Por ejemplo, París (que se salvó de la Guerra de los Treinta Años) conservó registros de las siguientes medidas.

En Europa, la línea de declinación cero se ha desplazado de Königsburg (en la actual Prusia Oriental) a Berlín, también a unas 12 millas/año. Además de esta variación sobre

Machine Translated by Google





Declinación magnética

| Variations in Deviation Over Time | | |
|---|---|---|
| Date | Declination | |
| 1580 | 11° | East Dev. |
| 1618 | 8° | |
| 1663 | 0° | |
| 1763 | 8° | West Dev. |
| 1780 | 17° | |
| 1810 | 22° | |
| 1852 | 20° | |
| 1902 | 15° | |
| 1944 | 11° | |

Grabaciones en París

En intervalos largos, la llamada “variación secular”, hay una variación diaria, principalmente en la intensidad del campo geomagnético. Suele ser aproximadamente 0,001 de la intensidad total y está dirigida hacia el Sol y menos hacia la Luna; por lo tanto, el vector de dirección magnética es más débil al mediodía local. [El sol verticalmente sobre nosotros desvía la atracción habitual hacia el norte, reduciendo así su magnitud.]

vi. inclinación magnética

Por "inclinación" nos referimos a una desviación hacia abajo además de la desviación desde el norte (Mag5). En los polos geográficos, la inclinación es de 90° con respecto a la horizontal; por lo tanto, el campo no afecta a una brújula que gira sólo horizontalmente. Sin embargo, si la aguja de una brújula se fija exactamente en el centro con un delicado eje horizontal, apuntará al polo magnético: hacia abajo. En las regiones ecuatoriales la inclinación

Machine Translated by Google



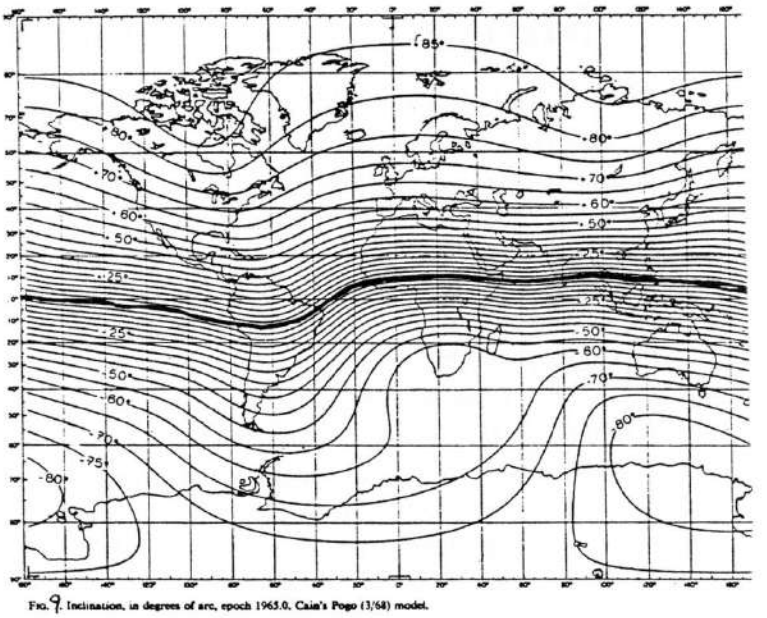



FIG. 9. Inclination, in degrees of arc, epoch 1965.0. Cain's Pogo (3/68) model.

Patrones del magnetismo terrestre.

suele ser cero, como se muestra en el gráfico. Además, la fuerza de desviación de la aguja varía de un lugar a otro, siendo mayor en las regiones polares. La intensidad de la fuerza aplicada se evidencia en la frecuencia de oscilación de la aguja de inclinación. Si la fuerza es más fuerte, la aguja oscila más rápido de un lado a otro antes de permanecer apuntando constantemente hacia abajo. Todos los imanes disponibles comercialmente vienen con el extremo sur de la aguja cargado para mantenerla horizontal contra esta fuerza de inclinación. Sólo funcionan bien en un territorio por cuyo valor de inclinación fueron equilibrados.

El borde de una buena rosa de los vientos puede mostrar los valores de esta desviación para los años en curso.

En relación con este tema, los estudiantes a menudo preguntarán sobre la brújula giroscópica. Esto se descubrió después de 1900, cuando la gente intentaba ampliar los límites de la exploración en los mares árticos mediante submarinos. Una brújula magnética resulta muy confusa en las regiones polares, como hemos indicado (especialmente cerca de los polos). La brújula magnética, dentro del casco metálico de presión del submarino, queda inutilizable; el grueso casco de metal lo protege del campo terrestre, por lo que la brújula no se orientará en una dirección particular. Sin embargo, las brújulas magnéticas suelen estar montadas en la superestructura, con un espejo para que puedan verse desde abajo en el puente. Estos se utilizan para verificar la precisión porque la brújula giroscópica, aunque precisa, puede alterarse fácilmente ya que el giroscopio de alta velocidad funciona con un motor eléctrico.

Machine Translated by Google

# Experimentos en magnetismo

imanes flotantes mag 1

Coloque un recipiente circular, lo más liviano posible (por ejemplo, un platillo para plantas o un plato de plástico similar) en una olla grande con agua. En el plato se coloca un cuerpo magnético, por ejemplo magnetita, imán o, si es necesario, una barra magnética. El agua debe permanecer en calma (llénela la noche anterior) y la “balsa” debe flotar directamente en el medio para evitar tocar el plato. Con trozos de magnetita que hemos probado previamente con la aguja de un compás, observamos de qué parte del fragmento sale el campo magnético y lo depositamos en el plato del lado correspondiente. Esta prueba sustituye a reorientar repetidamente la piedra en el plato y esperar a ver si apunta claramente al norte para colocarla en ese lado del fragmento. Se utiliza una marca de norte de la prueba anterior y la insertamos apuntando hacia el este. Si giramos el plato hacia el oeste, volverá al norte.

mag 2 magnetización

Martilla una varilla de acero, de aproximadamente 40 cm por 1,5 cm (16" x ½") de espesor (varilla de refuerzo de hormigón) en toda su longitud sobre un yunque inclinado. Debe mantenerse en una posición que indique la brújula; especialmente apuntando hacia abajo como indica la brújula de inclinación. Podemos decirnos a nosotros mismos (y a los estudiantes):
que de todas las ubicaciones horizontales, verticales o diagonales, ésta produce la mejor magnetización. Luego suspenda la barra con una cuerda no trenzada (por ejemplo, un hilo de pescar) y cuelgue una caña sin martillar a unos metros de distancia. El primero pendula alrededor del norte, el otro simplemente gira repetidamente después de un ligero empujón y luego regresa a su dirección preferida, pero no al norte. Si sostenemos la varilla magnetizada horizontalmente en dirección este-oeste y la martillamos allí, se vuelve prácticamente no magnética; es decir, ya no están magnetizados longitudinalmente sino diagonalmente, lo que produce muy poca fuerza direccional en los extremos.

mag 3 desmagnetización

Antes del experimento, magnetice dos piezas largas de metal (por ejemplo, agujas de tejer de acero) frotándolas con un imán permanente comercial. Al inicio del experimento los hemos suspendido como los anteriores, para que los alumnos vean la magnetización. Ahora, calienta uno de ellos en la llama tenue de varios quemadores Fisher, hasta que alcance el calor rojo. Si es necesario, calentar toda la varilla.

Machine Translated by Google



poco a poco al rojo vivo, para que se desmagnetice, como podemos demostrar después de enfriarlo. Pendula de manera diferente que antes y diferente al otro que no ha sido tratado.

## brújula mag 4

Muestre varias agujas de brújula suspendidas abiertamente de casas de suministros científicos, junto a una brújula náutica, por ejemplo, una brújula de barco suspendida en agua y alcohol. Muestre el peso de la aguja en el extremo sur, el cojinete de ágata o corindón, que es necesario para evitar que el desgaste gradual de la punta de la aguja haga una abolladura en el soporte. De lo contrario, la aguja dejaría de moverse sólo cerca del norte, donde la fuerza es menor, impidiendo que la brújula muestre el norte con precisión.

## inclinómetro mag 5

Mantenga un inclinómetro comercial en posición horizontal como una brújula: muestra la búsqueda del norte. Luego, verticalmente, presenta una mínima desviación diagonal con respecto a la vertical. De esta manera demostramos la verdadera dirección magnética en nuestra localidad de la Tierra (en América del Norte, a unos 65° de la horizontal).

Machine Translated by Google

# Notas finales

descripción general

1 Véanse también los diversos escritos de Michael Polanyi sobre la teoría de la ciencia.

2 M. Wagenschein, “Salvar die Phenomena” [“Salvar los fenómenos”], en Math & Science Teaching, Vol. 30, 1977, págs.

3 Rudolf Steiner, El arte de la educación - Discusión en el seminario [El arte de la educación - Discusión en el seminario] Tres conferencias sobre el plan de estudios, segunda conferencia, Stuttgart, septiembre de 1919. Numeración del autor.

acústica

1 Ver también artículos interesantes de CM Hutchins en Scientific American, 1962, 1981, sobre la acústica de los violines. – trad.

2 Waldorf Publications ha desarrollado un juego de cuatro piezas de placas de figuras resonantes, así como placas simples de Chladni.

óptica

1 Una discusión epistemológica desde el punto de vista matemático (Vol. 3) y desde el punto de vista fenomenológico (Vol. 2) se presenta en: Georg Unger, On Forming Physical Concepts, Verlag Freiesgeistesleben, Stuttgart, 1967

2 Prensa Antroposófica, Stuttgart, 1977, Nueva York, 1985

3 Una excursión de este tipo al amanecer es un excelente complemento para el bloque de introducción a la astronomía, también en sexto grado.

4 M. Stadler et. al., Psicología de Percepción, Juventa Publ., Múnich 1975, págs. 153.

5 Esto se resuelve de manera similar moda de Hermann Buner, Waldorf Education, 32, volúmenes 10, 11 (1968).

6 G. Maier, La luz y lo pictórico Experience of the World, en Toward a Fenomenology of the Etheric World, Nueva York: Anthroposophic Press, 1977, 1985. También: JW von Goethe, Introducción a la teoría del color, De la Chambre, A History of Color Theory; Georg Unger, Sobre la formación de conceptos de física, VFG, 1961; Frits Julius, Ciencia de la luz, VFG, 1979.

7 Para ello, existen selecciones de lectura para los estudiantes; Por ejemplo, en su novela Roca-Cristal, el autor analiza constante y cuidadosamente las transformaciones de la luz visibles a lo largo del año en la montaña. G. Blattmann, en El sol, las estrellas y la divinidad, lucha por una nueva concepción del sol (Verlag Urachhaus 1972); La idea central es apropiada, aunque la mayoría de los pasajes científicos son intrascendentes (no demasiado).

Machine Translated by Google



"científico"). Se pueden extraer pasajes muy bellos del libro de Fynn (Sydney Hopkins), Mister God, This Is Anna (HarperCollins, 2005).

8 Rudolf Steiner, El curso de la luz, GA 320, Conferencia VI, págs. 9 y siguientes.

9 Un destacado profesor de asignatura escribe sobre esto. Martin Wagenschein, "Salvar los fenómenos: la primacía de la experiencia inmediata", Memorias para el mañana (Weinheim: Beltz, 1983, págs. 135-153). Traducción de Jan Kees Saltet y Craig Holdrege, © 2008 The Nature Institute. El ensayo completo está en: http://natureinstitute.org/txt/mw/save_phenomena_full.htm.

10 Rudolf Steiner, Filosofía de la libertad, Hudson, Nueva York: Anthroposophic Press, 1894, 1986.

11 Rudolf Steiner, Introducción a las obras científicas de Goethe, GA 1, 1899.

12 Rudolf Steiner, Estudio del Hombre, GA293, Conferencia 5.

13 Goethe, Fausto.

14 Si el cordón no está completamente tenso y cae un poco, no es esencial para construir el concepto. La idea de "alineado" no surge de la percepción, sino de la "cognición intuitiva". (ver Filosofía de la libertad) La percepción tiene la tarea de proporcionar al alma sólo la posibilidad de moverse en el aquí y ahora con el concepto y, con ello, buscar algo más.

## calor

1 Erziehungskunst, 44:1, 1980. Véase también “VII. Al Maestro” en este libro.

2 Con un desfase de 10 horas.

3 Con un retraso de dos semanas.

4 A una profundidad superior a unos pocos metros, la variación anual es inferior a 1 grado.

5 Rudolf Steiner, Segundo curso de Ciencias Naturales, “Calidez en el límite de la materialidad positiva y negativa”, GA321, Stuttgart 1920, Nueva York, 1981.

6 R. Steiner, Primera ciencia natural curso; “Luz, color, sonido, masa, electricidad, magnetismo”, GA 320, Stuttgart 1919, Londres 1949.

## electricidad

1 Ámbar, en inglés antiguo, lamber, del francés, 1'ambre, como lengua de fuego, en alemán es Bernstein, literalmente piedra quemable. Según los relatos romanos, se calentaría a partir de los entonces gigantescos depósitos, es decir, se fundiría a partir de los relaves de la mina.

2 Esta tensión atractiva surge cuando la resultado de la separación que producimos. Observemos ya cómo la electricidad está relacionada con la voluntad.

3 El tipo habitual de van de Graaff el generador no es el mejor; su construcción interior no es muy visible y la correa suele ser accionada por un motor eléctrico alimentado desde una toma de corriente. Esto hace que la generación de carga sea, en el mejor de los casos, confusa. La máquina más antigua, tipo Wimshurst, es mejor.

Machine Translated by Google



4 Algunos autores actuales se refieren a el enfoque moderno de la naturaleza como “instrumental”: la naturaleza como un instrumento para expresar mis deseos, sólo valioso si es una herramienta para algo. En contraste con esto, la anterior orientación “sacramental” exhibida, por ejemplo, por los pueblos nativos americanos: las cosas son sagradas y tienen valor por sí mismas, por lo que son, no simplemente por su utilidad para nosotros.

Machine Translated by Google

Primero de una serie de tres volúmenes sobre física para profesores de ciencias de secundaria, este libro para sexto grado trata los principios pedagógicos y epistemológicos básicos de la acústica, la óptica, el calor, la electricidad y el magnetismo. Von Mackensen es muy cuidadoso en su metodología. Como corresponde a estudiantes de esta edad, busca brindarles una experiencia amplia y diversa de los fenómenos. La principal preocupación es desarrollar el interés y la familiaridad con el fenómeno. Sólo gradualmente, una vez acumulada una rica experiencia, entran en juego las consideraciones teóricas.

Estos libros fueron escritos para profesores de las escuelas Waldorf.

Al mismo tiempo, sin embargo, pueden servir como introducción a un estudio de la física centrado en los fenómenos para cualquier persona interesada en seguir este enfoque. Cada uno de los tres volúmenes comienza con la misma introducción general básica a la metodología de enseñanza.
Luego se introducen los distintos campos de la física apropiados para el grupo de edad. A una discusión de los temas principales en el campo particular le siguen descripciones detalladas de una serie de experimentos simples.

El volumen 2 para el grado 7 incluye estudios adicionales en las áreas presentadas en este primer libro y agrega una sección sobre mecánica. Volumen 3 para el grado 8 continúa las exploraciones en sonido, luz y calor, además de hidráulica, hidrostática y aeromecánica.

Los tres volúmenes se han editado y reformateado recientemente en un práctico tamaño de libro de trabajo para facilitar la referencia de los profesores a la hora de preparar experimentos y presentaciones de las lecciones principales. Ilustrado.

Waldorf PUBLICATIONS

38 calle principal
Chatham, Nueva York 12037

ISBN 978-1-943582-21-1
9 781943 582211