

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ**  
**MESTRADO PROFISSIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA**

**ANDRESA GLICÉRIO TAVARES**

**SISTEMA ABO, O JOGO!**

PETRÓPOLIS, RJ  
2024  
Andresa Glicério Tavares

SISTEMA ABO, O JOGO!

Trabalho de conclusão do curso de mestrado  
profissional no ensino de biologia da Universidade  
Federal do Rio de Janeiro – UFRJ.

Orientadora: Katia Carneiro de Paula  
Email: [kcarneiro@histo.ufrj.br](mailto:kcarneiro@histo.ufrj.br)  
Mestranda: Andresa Glicério Tavares  
Email: [andresa.glicerio@gmail.com](mailto:andresa.glicerio@gmail.com)

PETRÓPOLIS, RJ  
2024  
AGRADECIMENTO A CAPES



O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil

(CAPES) - Código de Financiamento 001

## AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente à minha ancestralidade divina e ilustre por me mostrarem e me guiarem no caminho do conhecimento.

Agradeço aos meus pais por sempre acreditarem que posso ir além e ter novas conquistas. Ao meu pai um agradecimento especial por ter confeccionado as peças deste jogo com carinho e dedicação.

Agradeço aos professores que durante esses dois anos se dedicaram plenamente para que eu pudesse me aperfeiçoar na arte de ensinar. Principalmente a minha orientadora neste projeto, que com sua imensa competência, me mostrou um caminho mais eficiente no ensino da Genética.

Agradeço aos colegas, que dividiram comigo sonhos e dificuldades. A essa turma simplesmente especial, que venceu cada obstáculo sem soltar as mãos uns dos outros.

## **RELATO DO MESTRANDO**

INSTITUIÇÃO: UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

MESTRANDO: Andresa Glicerio Tavares

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Sistema ABO – O Jogo

DATA DA DEFESA: 28 de março de 2025.

Concluir um curso de Mestrado sempre foi um sonho, venho de uma família onde somente eu e uma prima conseguimos cursar a graduação, cursando mestrado somente eu. Já havia tentado iniciar o mestrado acadêmico em 2005, na própria UFRJ, quando terminei a graduação, mas as dificuldades financeiras me levaram a desistir e procurar colocação no mercado de trabalho.

Desde então mergulhei nas salas de aula, descobri que mesmo com tantas dificuldades e desvalorização, não me vejo fazendo outra coisa que não seja lecionar. O sonho do mestrado se tornou realidade quando uma amiga também professora me indicou o PROFBIO, depois de ter concluído me mostrou o produto e eu me encantei. Hoje sou eu a criar um produto.

Decidi então embarcar nessa aventura, que me proporcionou através do ensino investigativo, aulas cada vez mais eficientes e alunos mais empolgados em minhas aulas. Outro ponto positivo foi revisar conteúdos, me aprimorar, ver o que está sendo discutido dentro da academia, e o conhecimento que está sendo produzido.

Ter bolsa me permitiu continuar nessa aventura, pois as dificuldades financeiras ainda existem e me deslocar de uma cidade para outra, deixar um dia livre sem dar aulas diminuiu a receita.

Enfim, o que talvez seja a mola que me impulsiona dentro da sociedade, fazer a diferença, ser melhor a cada dia como mulher preta, provar que podemos estar onde quisermos, mesmo em um contexto social de racismo estruturado, ser exemplo para os mais novos e reverenciar minha ancestralidade.

## RESUMO

O ensino da genética vem sendo um desafio para docentes e discentes. Mesmo despertando muito interesse nos discentes e entusiasmo nos docentes, a forma tradicional de transferência de conteúdo acaba por massificar e transformar o ensino em simples ato de decorar conceitos e resultados. Neste trabalho propomos a elaboração de um quebra cabeça (montagem) visando construir de forma ativa e investigativa conceitos relacionados à genética com ênfase na segunda lei de Mendel. Para isso propomos a utilização do sistema de classificação sanguíneo humano como elementos de problematização. O jogo apresentará peças coloridas que representam a geração parental e seus respectivos genótipos associados aos diferentes tipos sanguíneos, que se encaixam ou não em peças que representam os possíveis genótipos associados aos seus descendentes. Os jogadores, que representam uma equipe médica, escolhem suas peças e cumprem tarefas (resolvem casos clínicos), podendo ou não encaixar uma peça menor a sua peça maior. À medida que a equipe avança, ela constrói e reforça conceitos genéticos relacionados à segunda lei de Mendel visando solucionar o problema no aprendizado. Esperamos assim construir uma ferramenta que leve ao protagonismo do aluno, levando a um aprendizado ativo.

Palavras chaves: Ensino investigativo; Sistema ABO; tipo sanguíneo; fator Rh; segunda lei de Mendel.

## **ABSTRACT**

Teaching genetics has been a challenge for teachers and students. Even though it arouses a lot of interest in students and enthusiasm in teachers, the traditional way of transferring content ends up massifying and transforming teaching into a simple act of memorizing concepts and results. In this work, we propose the development of a puzzle (assembly) aiming to actively and investigatively construct concepts related to genetics with an emphasis on Mendel's second Law. To this end, we propose the use of the human blood classification system as elements of problematization. The game will present colored pieces that represent the parental generation and their respective genotypes associated with the different blood types, which fit or not into pieces that represent the possible genotypes associated with their descendants. The players, who represent a medical team, choose their pieces and complete tasks (solve clinical cases), being able to fit or not a smaller piece to their larger piece. As the team advances, it builds and reinforces genetic concepts related to Mendel's second law aiming to solve the learning problem. We hope to build a tool that will encourage student protagonism and lead to active learning.

Key words: Investigative teaching; ABO system; blood type; Rh factor; Mendel's second law

## SUMÁRIO

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| INTRODUÇÃO -----                               | 10 |
| IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA -----                | 16 |
| OBJETIVOS GERAIS E OBJETIVOS ESPECÍFICOS ----- | 17 |
| METODOLOGIA -----                              | 18 |
| PEÇAS -----                                    | 25 |
| FICHAS (CASOS CLÍNICOS) -----                  | 26 |
| GABARITO DAS FICHAS-----                       | 37 |
| DISCUSSÃO-----                                 | 41 |
| RESULTADO-----                                 | 46 |
| CONCLUSÃO-----                                 | 47 |
| MOLDES PARA AS PEÇAS -----                     | 48 |
| ANEXO -----                                    | 69 |
| CRONOGRAMA DE ATIVIDADES -----                 | 72 |
| REFERÊNCIAS -----                              | 73 |

## INTRODUÇÃO

### 1- A importância da genética.

A genética clássica tem como origem os primeiros trabalhos de Mendel do século XX, trazendo para o campo das ciências a inovação e possibilidade de buscar respostas para questionamentos ainda sem respostas que abrangem diferentes aspectos da natureza (Sâmia Marília Câmara Lopes 2023). Ela também traz um arcabouço de novas técnicas, ao passo que se torna interdisciplinar, uma vez que tem sua aplicação em estudos de ciências agrárias, na própria biologia, estudos paleontológicos, ecológicos, matemáticos dentre outros. Assim, o estudo e desenvolvimento dessa disciplina vão além do caráter meramente didático, também significando apropriar-se dos conhecimentos de uma nova realidade (Siqueira, Altino Filho & Dutra, 2020).

A partir do surgimento da genética, a compreensão sobre a existência humana foi alterada. Essa ciência se divide em três focos de estudos compreendendo o primeiro nível, do genitor à descendência, o segundo, do DNA aos genes dentro das células e entre as mesmas e, o último, do DNA aos genes dentro de populações (Griffiths, Wessler, Carroll & Doebley, 2019). Inicialmente a genética tinha como foco o estudo da hereditariedade, o que demarca o surgimento de conceitos básicos, e posteriormente o conhecimento da base molecular da hereditariedade, o DNA. Em seguida, conceitos mais avançados foram sendo cunhados, como padrões de herança, genes, alelos, até o momento que se identificam temas mais atuais, como transgênicos, genética associada a controle de doenças, epigenética etc., (Griffiths, Wessler, Carroll & Doebley, 2019).

### 2- A genética no Brasil e seus desafios.

Moura (2013, p. 169) diz que: “No Brasil, os tópicos de genética fazem parte do conteúdo de Biologia ensinado na 3ª série do ensino médio. Porém, ela, enquanto disciplina, não é bem aceita pela maioria dos discentes do ensino público em função de sua complexidade”. Esta rejeição pode ser decorrente de diversas fontes como a maneira com a qual o assunto é abordado em sala de aula; o preparo do material para a apresentação do assunto; as ferramentas que são utilizadas nas aulas práticas; o conhecimento prévio do aluno.

Aqui vale ressaltar que com a implementação do novo ensino médio, os conteúdos de genética são aplicados no segundo ano do ensino médio com redução

da carga horária dedicada a esse tema, pois todo o conteúdo de Biologia foi concentrado nos primeiros dois anos do ensino médio.

Essa modificação diminuiu o tempo hábil para estudos das leis de Mendel, que abrange conceitos relacionados a outras disciplinas, como a matemática com seus cálculos e a lógica. Ao aplicarmos o quadro de Punnett (diagrama utilizado para determinar herança genética resultante de um cruzamento entre pais), por exemplo, utilizamos porcentagem e probabilidade, assuntos que normalmente criam uma espécie de barreira nos discentes.

### 3- O ensino investigativo, e a genética.

Portanto espera-se e é natural, que os docentes busquem metodologias mais atraentes e eficazes para o ensino da genética e, nessa perspectiva o ensino investigativo e suas metodologias atendem às necessidades de docentes e discentes (Carvalho 2011). Quando o discente passa a ser protagonista do seu aprendizado, construindo seu conhecimento de forma ativa, correta e significativa através de estratégias lúdicas, a fixação de conceitos básicos e até mesmo mais complexos, ocorre com tranquilidade e eficiência (Carvalho 2011).

Dessa forma, este trabalho busca na metodologia investigativa uma proposta que leve em consideração os desafios de uma disciplina interdisciplinar visando proporcionar ao discente um papel de protagonista no processo de construção do seu conhecimento (Carvalho 2011). Optar por jogo didático é uma forma de tornar essa parte do conteúdo também divertida. Para Freire (1996) educação é estar no mundo e com o mundo, ou seja, ter uma leitura de mundo, uma leitura verdadeira que compromete de imediato um cidadão de senso comum para um sujeito de senso crítico. Com esse olhar, Freire nos leva a pensar que a partir do momento em que a criança joga ela pode conquistar sua autonomia e construir o conhecimento, como por exemplo, em um jogo de raciocínio lógico com formas geométricas no qual, a criança poderá atingir sua criticidade e aprendizagem em momentos extremamente prazerosos (Freire 1996).

É importante pensar que neste processo o docente medeia, auxilia o discente durante o jogo, tendo a participação efetiva e ativa, porém, sem interferir de forma a resolver as problemáticas, atitude que é um dos pilares do ensino investigativo.

Segundo Kishimoto (2008, p. 94) “O conhecimento é adquirido por um processo de natureza assimiladora e não simplesmente registradora.” Um dos

objetivos do educador é aprimorar o processo de ensino-aprendizagem, e partindo dessa concepção o educador é o mediador da criança no jogo e/ou brincadeira.

Dentro dos benefícios das atividades está o auxílio nas capacidades cognitivas e psicológicas, facilitando a assimilação dos conteúdos e a troca entre os docentes, uma vez que também ajudam na socialização.

Ainda de acordo com (Kishimoto, 1998) o lúdico envolve a significação e a atenção do aluno, servindo como instrumento que promove a socialização e a construção de conceitos de forma significativa.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (2000), devem ser favorecidas as estratégias de ensino que proporcionem aos alunos melhor compreensão dos objetivos de seus estudos, permitindo, ainda, que participem do processo de elaboração de recursos didáticos. A oportunidade dos alunos externarem suas idéias e experiências, testando modelos explicativos próprios, oferece-lhes a possibilidade de organização e aplicação dos conhecimentos adquiridos. Esse processo possibilita que a construção e a reconstrução de novos conhecimentos sejam realizadas em um patamar de igualdade entre os alunos e o professor, fazendo com que ambos alcancem aprendizagens significativas. Dessa forma, os alunos são motivados e valorizados, como sujeitos participantes do processo de ensino-aprendizagem.

Dentro do conceito de ludicidade, e pensando nos Parâmetros curriculares Nacionais, escolhemos o jogo como forma de facilitar a construção do conhecimento de conteúdos de Biologia que são muito abstratos para o discente uma vez que não são visíveis aos olhos.

De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006, p. 28): “o jogo oferece o estímulo e o ambiente propícios que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais para estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica, prazerosa e participativa de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos.”

E ainda, para Sá, (2007) nas atividades investigativas, é papel do professor: propor e discutir questões, contribuir no planejamento da investigação dos alunos,

orientar no levantamento de evidências, auxiliar no estabelecimento de relações entre evidências e explicações teóricas, incentivar a discussão e a argumentação entre os estudantes e promover sistematização do conhecimento.

#### 4- Jogos como recurso didático.

O jogo desenvolvido aborda o sistema de classificação sanguínea humano ABO e o fator Rh, pois além de despertar o interesse dos discentes, são assuntos importantes para a saúde pública uma vez que envolvem transfusões de sangue, compatibilidades e autoconhecimento, podendo também gerar discussão sobre a importância dos doadores de sangue e adesão às campanhas promovidas por entidades de saúde.

A utilização de jogos em sala de aula se tornou uma abordagem inovadora e eficaz para o ensino e aprendizado e envolve jogos (de tabuleiro, digitais, de simulação, cartas, quebra-cabeça, etc), importantes ferramentas pedagógicas que tornam o processo educativo mais dinâmico e envolvente. Algumas metodologias se destacam na aplicação de jogos como importante aliada no processo de ensino aprendizagem.

A gamificação transforma elementos de jogos em atividades de aprendizado e isso pode incluir acúmulo de pontos, mudança de níveis, desafios e recompensas para motivar os alunos ao longo do desenvolvimento da atividade. Por exemplo, uma plataforma de ensino pode recompensar os alunos com pontos por completar tarefas ou quizzes. O termo em inglês “gamification” pode ser entendido como a utilização de elementos de jogos em contextos fora de jogos, isto é, da vida real. O uso desses elementos – narrativa, feedback, cooperação, pontuações, visa a aumentar a motivação dos indivíduos com relação à atividade da vida real que estão realizando. É importante compreender, no entanto, que não se trata simplesmente do uso de jogos. Utilizar um jogo qualquer para explicar um conceito não se enquadra, atualmente, no entendimento dos pesquisadores sobre gamificação. Ela não envolve necessariamente a participação em um jogo, mas se aproveitam dos jogos e dos elementos que produzem e seus benefícios.

Aprendizagem baseada em jogos (ABJ) é uma abordagem que utiliza jogos como o principal meio de ensino. Os alunos são incentivados a explorar, problematizar e aprender através da interação com o jogo, promovendo uma aprendizagem mais ativa e significativa. A Gamificação Educacional é uma

metodologia que empregam componentes e princípios de jogos para estimular a aprendizagem e a participação dos alunos nas atividades didáticas. Essa abordagem mescla elementos de design de jogos com metas educacionais, resultando em experiências interativas e atrativas de aprendizado. A gamificação fundamenta-se na incorporação dos elementos típicos de jogos, sendo utilizada em contextos, produtos e serviços que não são estritamente relacionados a jogos, mas que buscam estimular a motivação e influenciar o comportamento do indivíduo (BUSARELLO et al., 2014).

Os jogos de simulação permitem que os alunos experimentem cenários do mundo real em um ambiente controlado. Por exemplo, simulações de debates sobre práticas de reprodução assistida ajudam os alunos a aplicar teorias e conceitos em situações práticas. A cultura atual vive impregnada por uma nova linguagem, a da televisão, da informática, da internet. Os jovens de hoje já nascem imersos nessa cultura digital. Por isso, a função da escola será cada vez mais ensinar a pensar criticamente, e para isso, terá que dominar metodologias e linguagens adequadas, incluindo a linguagem eletrônica (GADOTTI, 2000).

Jogos de tabuleiro com peças que se movimentam em uma base, podem ensinar conteúdos específicos de uma maneira divertida, engajando os alunos. Jogos como "Monopoly" podem ser usados para ensinar matemática e economia, enquanto jogos de perguntas e respostas podem ajudar na fixação de conteúdos.

Role-Playing é um jogo de interpretação de papéis que, usa uma metodologia que envolve os alunos fazendo com que eles assumam papéis diferentes em um contexto específico. Por exemplo, em uma aula de história, os alunos podem representar personagens históricos, o que facilita a compreensão de eventos e suas implicações. O Role-Playing como método de ensino possibilita que uma pessoa assuma o papel de outro através de simulação de atividade do cotidiano com o propósito de sensibilizar os demais. Nesta perspectiva, segundo Rabelo (2015), este pode ser conceituado “como uma técnica na qual alunos são convidados a atuar em determinado contexto, interpretando papéis específicos”.

Desafios e missões estruturam o aprendizado podendo aumentar a motivação dos alunos. Eles trabalham em equipe para solucionar problemas, o que também estimula a colaboração e o desenvolvimento de habilidades sociais.

A aprendizagem baseada em jogos foi metodologia escolhida neste trabalho para gerar o ensino investigativo e promover uma construção efetiva de conhecimento com ênfase em conceitos relacionados à disciplina de Genética.

#### 5- As leis de Mendel.

Este trabalho então aborda as Leis de Mendel, que foram formuladas a partir de estudos com plantas de ervilha da espécie ***Pisum sativum*** no século XIX, onde Gregor Mendel observou padrões de herança genética que se tornaram a base da genética moderna. A primeira Lei de Mendel, conhecida como Princípio da Segregação dos Caracteres (cada característica de um indivíduo é determinada por um par de genes que se separam durante a formação dos gametas) e, a segunda Lei de Mendel, Segregação independente (genes alelos separam-se de forma aleatória na formação dos gametas).

Assim, também se fez necessário reafirmar os conceitos de genes (segmento do DNA que contém uma região promotora seguida por exons e íntrons que codifica um RNA), alelos (sequências variantes de DNA que codificam genes e ocupam o mesmo locus “lugar” gênico em um dado par de cromossomos homólogos), hereditariedade (transmissão de características genéticas de um ser vivo para outro), genótipo (composição genética de um ser vivo) e fenótipo (manifestação do genótipo dos seres vivos).

#### 6- Jogos colaborativos x jogos competitivos

Jogos colaborativos diferem principalmente quanto a sua natureza e seu objetivo. Enquanto os jogos colaborativos enfatizam a ajuda mútua e a comunicação entre os participantes promovendo a confiança e a autoestima, com o objetivo de alcançar um resultado positivo em conjunto, os jogos competitivos enfatizam a competição e o sucesso individual eliminando seus oponentes, gerando alegria e satisfação nos vencedores mais também frustração e insatisfação nos perdedores, o objetivo é apenas superar adversário e alcançar a vitória. Em um processo investigativo, a colaboração torna o aprendizado mais eficiente.

#### 7- Conhecimentos do conteúdo de Biologia

Além dos conceitos genéticos, é necessário entender um dos sistemas sanguíneos humano, o sistema ABO, importante em medicina transfusional e transplantes. O sistema ABO está baseado na presença de proteínas na superfície das hemácias e anticorpos no plasma.

No trabalho de Marcelo da Silva Vieira (2013) ele diz: Acreditando que o ensino tanto do Sistema ABO quanto do Sistema Rh, normalmente trabalhados no capítulo de genética, necessitam de novas abordagens.

Nossa expectativa com este trabalho é facilitar o ensino de genética, tornando-o prezeroso para docentes e discentes. Criar uma ponte entre a Biologia e a Matemática com um trabalho interdisciplinar e divertido.

## **IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA**

Desde o início de minha atuação em sala de aula como docente, em 2004, percebo a dificuldade dos alunos em determinados conteúdos, principalmente em genética aplicados no segundo e terceiro ano do ensino médio. A dificuldade se apresenta na assimilação da parte conceitual, na associação com suas vivências e na ligação com conteúdos de outras disciplinas. Buscar novas formas de ensinar sempre foi uma inquietação para mim, estar de certa forma presa aos conteúdos e ao tempo de aplicá-los me fez buscar o mestrado como ferramenta para sair das formas padrões de ensino-aprendizagem.

Escolhemos um jogo por ser algo que desperta interesse e motivação por usar a competitividade. Dentro da segunda lei de Mendel, optamos pelo sistema ABO e fator Rh porque percebo mais curiosidade por parte dos alunos. Além disso, aborda o conceito básico da segunda lei de Mendel, a segregação independente dos pares de alelos.

## **OBJETIVO GERAL**

Criar um jogo para trabalhar a segunda Lei de Mendel utilizando o sistema de classificação sanguíneo humano como elemento de problematização para promoção e facilitação do ensino investigativo de genética no ensino médio.

## **OBJETIVO ESPECÍFICO**

- 1- Promover o ensino investigativo de genética, com ênfase nas leis de Mendel;
- 2- Utilizar o sistema de classificação sanguíneo humano para promover a construção ativa dos conceitos de genes, alelos, genótipo, fenótipo bem como conceitos relacionados à transferência de alelos relacionados ao sistema sanguíneo humano ABO.
- 3- Elaborar um jogo e encaixe que promova o ensino investigativo em genética, com ênfase na segunda lei de Mendel, utilizando como elemento problematizador o sistema sanguíneo humano.

## **METODOLOGIA**

### **1.1 - Produto**

O produto escolhido é um jogo de quebra-cabeça para ser jogado por várias pessoas reunidas em um caráter colaborativo. O quebra-cabeça poderá ser jogado entre duas ou quatro equipes e, ficará disponível para impressão, permitindo que qualquer professor possa usá-lo em sua unidade escolar, de acordo com sua disponibilidade de material.

As peças contêm genótipos e fenótipo do tipo sanguíneo da geração parental nos quais se encaixam as peças dos genótipos e fenótipos de seus respectivos descendentes. (Tabela e figuras). As peças se encaixam de acordo com as quantidades de fenótipo e genótipo dos descendentes, formando grupos com probabilidades diferentes.

### **1.2 - Preparação para o Jogo**

Serão apresentadas aos alunos relatos de pessoas famosas que já tiveram problemas com transfusões sanguíneas, doenças relacionadas ao sistema sanguíneo humano. Podem ser apresentados também trechos de filme que abordem o assunto, porém, é preciso lembrar que esse momento deve ser breve e não apresentar respostas, apenas despertar e gerar curiosidade sobre o assunto.

Sugestões: Ator Genésio Amadeu (Chico de chiquititas)

O Sociólogo Betinho (era hemofílico)

O caso dos milionários americanos que acreditavam que transfusões sanguíneas retardavam o envelhecimento.

Episódio da série Sob Pressão (pais proibem transfusão sanguínea por conta da religião)

Episódio Pai Herói de Turma da Mônica (o pai do Cebolinha sai para doar sangue).

### **1.3 - Modo de jogar**

Para começar o jogo, os alunos serão divididos em grupos, representando equipes médicas que precisam solucionar um caso clínico (problematização) e tratar um paciente de forma adequada de acordo com as características de seus genótipos. Cada equipe escolhe suas respectivas peças, que se encaixam em seus possíveis genótipos/fenótipo após os cruzamentos.

Ao receberem as peças, as equipes recebem também uma ficha, da mesma cor das peças, que contem um caso clínico (problematização) e são orientadas sobre como investigar os dados clínicos (investigação) para solução do caso (conclusão) empregando conceitos relacionados às Leis de Mendel. A outra equipe, ou o próprio docente, terá a função de apresentar o caso clínico (problematização) e conferir se a elaboração das soluções (hipóteses) está adequada ao longo do jogo.

As fichas que trazem casos clínicos e sua solução serão distribuídas entre os participantes, que seguem uma sequência investigativa. Ao percorrer esse percurso o aluno será envolvido na construção dos conceitos relacionados aos conteúdos de genética correspondentes a segunda Lei de Mendel, como probabilidade e porcentagem através dos sistemas sanguíneos humanos. (tabela de casos clínicos).

A cada etapa cumprida, a equipe retira uma peça que se encaixa em outras. Ao final, a equipe apresenta sua construção para um supervisor, uma tabela com os gabaritos (Figura 18). Caso esteja correto, o objetivo foi concluído, significando que o conhecimento foi construído de forma significativa. Entretanto se o gabarito não estiver de acordo, o que levará a falha no tratamento e morte do paciente a equipe deverá reiniciar o tratamento, significando que o conhecimento não foi construído de forma correta. O professor terá então o papel de supervisionar o trabalho da equipe e identificar o ponto exato onde houve um erro na construção do conhecimento. Através da interação dialógica, o professor poderá então trabalhar na construção correta do conhecimento.

O jogo termina quando as equipes ajudarem seus pacientes, tendo seu quebra cabeça completo.

Não previmos coleta ou análise de dados (metodologias qualitativas ou quantitativas) apenas focalizamos em facilitar a construção dos conceitos acima relacionados abrindo margem para um trabalho futuro, no qual se pode quantificar o quanto o jogo atingiu o objetivo alcançando uma construção significativa e correta dos conceitos trabalhados.

Como também não está prevista a aplicação, umas fichas foram utilizadas em uma atividade (AASA – Atividade aplicada em Sala de Aula), demonstrando sucesso no empenho dos alunos e, principalmente na construção dos conteúdos interdisciplinares em uma atividade piloto curricular.

#### 1.4 - Fichas investigativas

Cada ficha apresenta um caso clínico, que serve como elemento

problematizador. Cada vez que a equipe avança na elucidação do caso clínico, recebe uma peça do quebra-cabeça, da mesma cor da ficha. Usamos tons diferentes de cada cor, nas fichas e nas peças, para distinguir as equipes. São 14 fichas (Figuras de 3 a 17) que trabalham os seguintes conteúdos relacionados às Leis de Mendel.

Fichas 1 e 2 - Transfusão sanguínea, tipos sanguíneos, conceitos de doadores e receptores universais dentro do sistema ABO e fator Rh.

Fichas 3 e 4 – Doença hemolítica perinatal e fator Rh, genes, genótipo e fenótipo.

Fichas 5 e 6 – Herança dos cromossomos sexuais, hemofilia e heredograma, genes, genótipo, fenótipo e porcentagem.

Fichas 7 e 8 – Tipos sanguíneos, aglutinação, alelos.

Fichas 9 e 10 – Aglutinação e tipos sanguíneos.

Fichas 11 e 12 – Heredograma, hereditariedade, quadro de punnet, probabilidade e porcentagem.

Fichas 13 e 14 – Problema com identificação de tipos sanguíneos.

#### 1.5 - As peças

Já as peças indicadas na (Figura 2) (Anexos) apresentam as 21 combinações possíveis de genótipos da geração parental e, os possíveis genótipos de suas proles, sem a devida porcentagem, mas divididos sempre em cinco peças para que os alunos consigam assimilar as peças às frequências na de forma de adição. A peça central se refere ao genótipo da geração parental, nela se encaixam quatro peças representando os genótipos da geração F1, cada uma faz uma alusão ao valor de 25% ou  $\frac{1}{4}$ , trabalhando de forma interdisciplinar os conteúdos de genética e matemática (genes alelos, genótipo, fenótipo, porcentagem e probabilidade).

#### 1.6 - Regras

Algumas regras foram criadas com o objetivo de nortear o andamento do jogo e obter um melhor resultado.

- Dividir as equipes entre duas e quatro para que o jogo não fique demorado.

O número de equipes dependerá de quantos alunos tiverem na turma, porém, mais equipes tornam o jogo mais dinâmico.

- Escolher um caso clínico.

O professor ou as equipes escolhem os casos clínicos (fichas). O ideal é

usarem fichas de cores semelhantes, pois tratam os mesmos conteúdos.

- Sortear a ordem das jogadas.

Decidir a ordem em que as equipes darão as respostas e quem lê as fichas.

Cada equipe fica com a ficha de outra equipe para ler o caso clínico e para elaboração das hipóteses (problematização). Pode-se também adotar um mediador para a função de leitura do caso clínico e conferência das hipóteses. As hipóteses podem ser anotadas em uma folha para que não haja equívocos e, facilite a construção de outra hipótese, se for o caso.

- Se a hipótese for correta, a equipe ganha uma peça para o seu quebra-cabeças.

Neste momento as equipes pegam peças da mesma cor de sua ficha para facilitar a identificação das equipes. Não existe uma sequência de peças, ela deve ser aleatória. Pode-se deixar os genótipos à mostra ou virados para baixo, o importante é que os alunos observem que se trata dos genótipos da geração F1 (peça central), e dos possíveis genótipos da F2 com suas probabilidades/porcentagens. O professor decide no início do jogo a disposição das peças.

- O jogo termina quando todas as equipes finalizarem seu quebra-cabeças.

Esta é a forma colaborativa, mais se docentes e discentes acharem apropriado, o jogo pode terminar quando a primeira equipe montar o seu quebra-cabeça, tornando o jogo opositor.

### 1.7 - Gabarito

Trazemos também uma tabela com os gabaritos para facilitar a mediação do docente e a conferência pelas equipes e jogadores, (Figura 18).

### 1.8 – Avaliação

O fim do jogo os alunos receberão um questionário, no modelo verdadeiro e falso, que tem o objetivo de mostrar o que foi assimilado e o que ainda precisa ser trabalhado sobre as leis de Mendel.

#### Questionário de avaliação

1- Ao atender um paciente sem identificação e precisando de transfusão sanguínea o médico de pedir um exame com marcador do sistema ABO e do fator Rh.

☐ Verdadeiro ☐ Falso

2- A hemofilia é uma doença em que a mãe transmite o gene para os filhos.

☐ Verdadeiro ☐ Falso

3- Em caso de mãe Rh negativo e feto Rh positivo, não é possível a sobrevivência de ambos.

☐ Verdadeiro ☐ Falso

4- Heredograma é um grafico que não auxilia nos estudos genéticos.

☐ Verdadeiro ☐ Falso

5- Pais O- podem ter filhos A-.

☐ Verdadeiro ☐ Falso

6- Do cruzamento pai IAIB e mãe Iai existe 2/4 de chance de nascer uma criança do tipo sanguíneo A.

☐ Verdadeiro ☐ Falso

7- A determinação do tipo sanguíneo é feita por um exame complicado e de alto custo.

☐ Verdadeiro ☐ Falso

8- Doar sangue é um ato de empatia que pode salvar várias vidas.

☐ Verdadeiro ☐ Falso

9- Quando pai é hemofilico, todas as meninas são hemofílicas.

☐ Verdadeiro ☐ Falso

10- Genótipo é a informação contida no gene. Fenótipo é a manifestação dessa informação.

☐ Verdadeiro ☐ Falso

1.9 - Material

Como se pretende que o jogo passa ser utilizado nas mais diversas realidades, devendo então ter um baixo custo, abaixo segue uma tabela de sugestão de material e o custo aproximado de cada material.

| Material Sugerido             | Preço           |
|-------------------------------|-----------------|
| Impressão 3D                  | + ou - \$ 50,00 |
| MDF                           | - ou - \$ 20,00 |
| EVA (6 mm)                    | + ou - \$ 6,00  |
| Cartolina                     | + ou - 1,00     |
| Papelão (pode ser reciclado)  | + ou - 0,70     |
| Folhas A4 (resma com 100 fls) | + ou 14,00      |

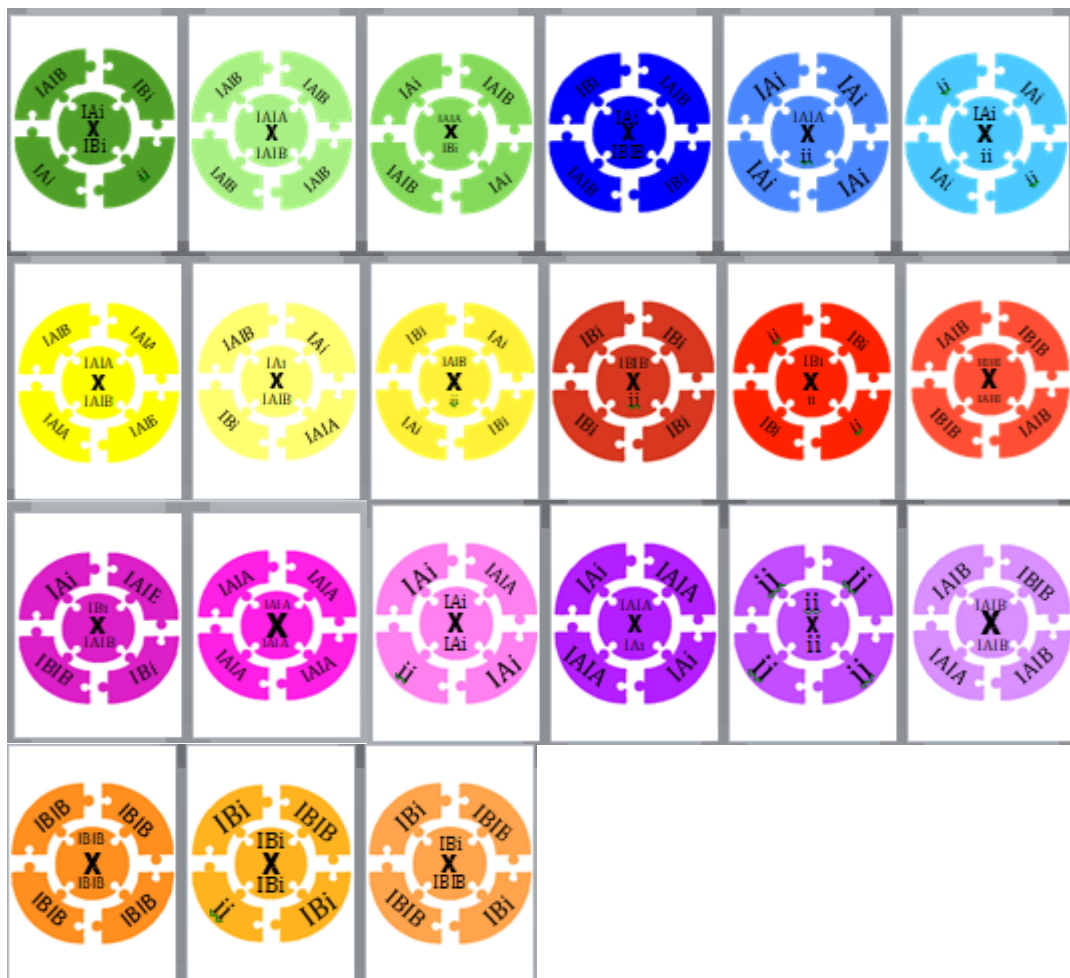
## 2.0 – Exemplo do jogo

| Equipe A                                                                               | Equipe B                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| A equipe a lê a problematização 1 da ficha 9 para a equipe B.                          | A equipe b lê a problematização 1 ficha 10 para a equipe A.                                  |
| Anotam e conversam sobre hipóteses.                                                    | Anotam e conversam sobre hipóteses.                                                          |
| Divulgam e discutem suas hipóteses com outra equipe.                                   | Divulgam e discutem suas hipóteses com outra equipe.                                         |
| O professor ou um aluno da outra equipe confere o gabarito e a hipóteses está correta. | O professor ou um aluno da outra equipe confere o gabarito mas a hipóteses não está correta. |
| A equipe ganha uma peça do quebra cabeça da cor rosa claro.                            | A equipe reformula hipóteses, conversa com a outra equipe e chega à conclusão correta.       |
| A equipe B lê para a equipe A a problematização 2 da ficha 9.                          | A equipe ganha uma peça do quebra cabeça na cor rosa.                                        |
| Anotam e conversam sobre hipóteses.                                                    | A equipe A lê para a equipe B a problematização 2 da ficha 9.                                |
| Divulgam e discutem suas hipóteses com outra equipe.                                   | Anotam e conversam sobre hipóteses.                                                          |

|                                                                                        |                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| O professor ou um aluno da outra equipe confere o gabarito e a hipóteses está correta. | Divulgam e discutem suas hipóteses com a outra equipe.                                 |
| Ao acertar novamente a equipe ganha outra peça da cor rosa.                            | O professor ou um aluno da outra equipe confere o gabarito e a hipóteses está correta. |

E assim, até que as equipes construam o quebra cabeça referente às suas fichas, analisando os genótipos da geração parental e da F1.

PEÇAS (Figura 2)



## FICHAS DE CASOS CLÍNICOS (Figura de 3 a 17)

| Problematização 1 (verde claro)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Hipóteses 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Vídeo:<br/> <a href="https://youtu.be/vEdPotBaYok?si=4-VHJJlza_CJ_zKZ">https://youtu.be/vEdPotBaYok?si=4-VHJJlza_CJ_zKZ</a></p> <p>1. No plantão de sua equipe chegou um paciente, que após um acidente de moto, apresenta hemorragia, e precisa de uma transfusão de sangue urgente. Como o paciente está inconsciente e não tem contato com familiares ou conhecidos, elabore uma estratégia (hipótese) para que sua equipe possa identificar o tipo sanguíneo do paciente e fazer a transfusão correta.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exame de sangue.</li> <li>• Exame de urina.</li> <li>• Exame de fezes.</li> <li>• Marcador do Sistema ABO</li> <li>• Marcador para RH.</li> </ul> <p>O que deve ser avaliado em cada exame acima e como?</p> <p>Portanto, qual deles é o mais apropriado e por quê?</p> |
| <p>2. O exame apontou tipo sanguíneo de receptor universal. Qual será o tipo sanguíneo a ser transfundido?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• A+ A- B+ B-</li> <li>• O+ O- AB+</li> <li>• AB-</li> <li>• O-</li> </ul> <p>O que é o sistema ABO? Por que ele é útil para solucionar esse problema biológico?</p>                                                                                                      |
| <p>3. O que acontece se seu paciente for Rh- e receber sangue Rh+?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• A transfusão causa a morte do paciente. Por quê?</li> <li>• O organismo do paciente passa a produzir o anticorpo anti Rh. Por quê?</li> <li>• A transfusão ocorre normalmente.</li> </ul>                                                                               |

|  |          |
|--|----------|
|  | Por quê? |
|--|----------|

| Problematização 2 (verde escuro)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Hipóteses 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Vídeo:<br/> <a href="https://youtu.be/vEdPotBaYok?si=4-VHJJlza_CJ_zKZ">https://youtu.be/vEdPotBaYok?si=4-VHJJlza_CJ_zKZ</a></p> <p>1. No plantão de sua equipe chegou um paciente que após um acidente de moto apresenta hemorragia, precisando de uma transplante sanguíneo urgente. Como o paciente está inconsciente e não tem contato com familiares ou conhecidos, investigue como a equipe pode descobrir o tipo sanguíneo do paciente e fazer a transfusão correta.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exame de sangue.</li> <li>• Exame de urina.</li> <li>• Exame de fezes.</li> <li>• Marcador do Sistema ABO</li> <li>• Marcador para RH.</li> </ul> <p>O que deve ser avaliado em cada exame acima e como?</p> <p>Portanto, qual deles é o mais apropriado e por quê?</p> |
| <p>2. O exame apontou tipo sanguíneo de doador universal. Qual será o tipo sanguíneo a ser transfundido?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• A+ A- B+ B-</li> <li>• O+ O- AB+</li> <li>• AB-</li> <li>• 0-</li> </ul> <p>O que é o sistema ABO? Por que ele é útil para solucionar esse problema biológico?</p>                                                                                                      |

|                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. O que acontece se seu paciente for Rh+ e receber sangue Rh-? | <ul style="list-style-type: none"> <li>• A transfusão causa a morte do paciente. Por quê?</li> <li>• O organismo do paciente passa a produzir o anticorpo anti Rh. Por quê?</li> <li>• A transfusão ocorre normalmente. Por quê?</li> </ul> |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Problematização 3 (azul claro)                                                                                                               | Hipóteses 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Texto:</p> <p>Doença Hemolítica Perinatal: como identificar e prevenir...</p> <p>(MINISTÉRIO DA SAÚDE)</p> <p>1. A solução está em...</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Não engravidar. Por quê?</li> <li>• Aplicar um neutralizador de anti Rh.</li> <li>• Aplicar uma terapia celular?</li> <li>• Aplicar uma terapia celular à base de soro anti Rh?</li> <li>• Fazer uma transfusão do sangue do feto. Por quê?</li> <li>• Qual é a base biológica da sua decisão?</li> </ul> |
| 2. As hemácias do feto não são destruídas na primeira gestação, pois...                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O organismo da mãe não reconhece o feto.</li> <li>• O próprio feto se defende dos ataques dos anticorpos.</li> <li>• O organismo da mãe ainda não tem o anti Rh. Por quê?</li> </ul>                                                                                                                      |
| 3. O feto é Rh+ devido...                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ao gene recebido do pai.</li> <li>• Ao gene recebido da mãe.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                   |

| Problematização 4 (azul escuro)                                                                                                                                                                                      | Hipóteses 4                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Texto:</p> <p>Doença Hemolítica Perinatal: como identificar e prevenir...<br/>(MINISTÉRIO DA SAÚDE)</p> <p>1. Sabendo que o genótipo do Rh- é recessivo (rr), o genótipo do pai para que o feto seja Rh+ é...</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rr ou RR</li> <li>• Rr</li> <li>• Rr</li> <li>• RR</li> </ul> <p>Qual é a base biológica que explica sua resposta?</p>                                                                                                   |
| <p>2. Um casal Rh- não poderá ter filhos Rh+ pois...</p>                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seus genótipos são incompatíveis.</li> <li>• Seus pais não apresentam o gene dominante R.</li> </ul> <p>Qual é a base biológica que explica sua resposta?</p>                                                            |
| <p>3. Um casal homozigoto dominante (RR) não poderá ter filhos Rh- pois...</p>                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seus organismos eliminam naturalmente o genótipo rr.</li> <li>• O ambiente elimina o fenótipo.</li> <li>• Os pais não apresentam o gene recessivo r.</li> </ul> <p>Qual é a base biológica que explica sua resposta?</p> |

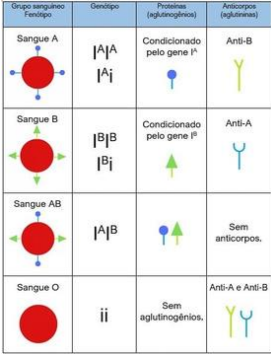
|                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| Problematização 5 (amarelo claro) | Hipóteses 5 |
|-----------------------------------|-------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div data-bbox="236 371 590 611" data-label="Diagram"> </div> <p>1. A hemofilia é um distúrbio na coagulação do sangue causada pela deficiência na produção de determinadas proteínas responsáveis pela coagulação sanguínea (fatores de coagulação VIII e IX). Como mostra o heredograma acima. Um paciente sofreu um acidente, fez transplante, mas continua evoluindo com hemorragia, Por quê?</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Houve erro no transplante.</li> <li>• Ele está reagindo ao transplante e isso é normal.</li> <li>• Ele é hemofílico.</li> </ul> <p>Qual é a base biológica que explica sua resposta?</p>                                          |
| <p>2. Sua equipe entrou em contato com os familiares e a mãe do paciente relatou que ela a irmã e mãe sofrem desse proplema. O que isso significa?</p>                                                                                                                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Porque é uma doença condicionada ao cromossomo Y, presente apenas em meninos.</li> <li>• Porque é uma doença condicionada ao cromossomo X, onde os meninos o recebem de suas mães.</li> <li>• A afirmação não procede.</li> </ul> |
| <p>3. Qual a chance do um casal formado pelo indivíduo 2 da geração II com o indivíduo I da geração III ter filhos normais?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 100%</li> <li>• 50%</li> <li>• 25%</li> <li>• 0%</li> </ul>                                                                                                                                                                       |

| Problematização 6 (amarelo escuro)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Hipóteses 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div data-bbox="240 450 652 725" data-label="Diagram"> <p>LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.,<br/> <i>Biologia - Volume Único</i>, São Paulo: Ática, 2006, p. 413.</p> </div> <p>1. A hemofilia é um distúrbio na coagulação do sangue causada pela deficiência na produção de determinadas proteínas responsáveis pela coagulação do sangue (fatores de coagulação VIII e IX). Como mostra o heredograma acima. Considere que o indivíduo 2 da geração II case-se com o indivíduo 1 da geração III. Qual seria o genótipo possível para sua prole?</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aqui a equipe deve primeiro descobrir os genótipos dos indivíduos 2 da geração II e, 1 da geração III.</li> <li>• Para demonstrar os genótipos da prole, use o quadro de Punet.</li> </ul>                                                                                                                                          |
| <p>2. Por que dizemos que na hemofilia os pais não transmitem para seus filhos?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Porque é uma doença condicionada ao cromossomo Y, presente apenas em meninos.</li> <li>• Porque é uma doença condicionada ao cromossomo X, onde os meninos o recebem de suas mães.</li> <li>• Porque os pais transmitem para seus filhos o cromossomo Y e a hemofilia é condicionada pelo cromossomo X, recebido da mãe.</li> </ul> |

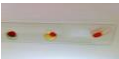
|                                                                                            |                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 3. Qual a probabilidade do casal descrito na letra a desta ficha, ter um filho hemofílico? | Use o quadro de punet. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|

| Problematização 7 (vermelho claro)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Hipóteses 7                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                              |                                                                                                        |                        |                                                                                               |             |                                                                                                                            |                                                                                             |                                                                                                 |             |                                                                                                                              |                                                                                               |                                                                                                  |      |                                                                                     |                 |                                                                                                 |    |                    |                                                                                                        |                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>O que é genoma? - Brasil Escola - UOL</p> <p><a href="https://brasilecola.uol.com.br">https://brasilecola.uol.com.br</a> › ... › O que é Biologia?</p> <table><thead><tr><th>Grupo sanguíneo Fenótipo</th><th>Genótipo</th><th>Proteínas (aglutinógenos)</th><th>Anticorpos (aglutinas)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Sangue A<br/></td><td>IAIA<br/>IAi</td><td>Condicionado pelo gene i<sup>A</sup><br/></td><td>Anti-B<br/></td></tr><tr><td>Sangue B<br/></td><td>IBIB<br/>IBi</td><td>Condicionado pelo gene i<sup>B</sup><br/></td><td>Anti-A<br/></td></tr><tr><td>Sangue AB<br/></td><td>IAIB</td><td></td><td>Sem anticorpos.</td></tr><tr><td>Sangue O<br/></td><td>ii</td><td>Sem aglutinógenos.</td><td>Anti-A e Anti-B<br/></td></tr></tbody></table> <p>1. Um exame de sequenciamento genético foi utilizado em uma vara de família para identificar parentescos entre ancestrais e descendentes. No laboratório chegaram amostras de dois tipos sanguíneos AB e A. Os possíveis genótipos identificados foram...</p> | Grupo sanguíneo Fenótipo                                                                                                                                                                               | Genótipo                                                                                                                     | Proteínas (aglutinógenos)                                                                              | Anticorpos (aglutinas) | Sangue A<br> | IAIA<br>IAi | Condicionado pelo gene i <sup>A</sup><br> | Anti-B<br> | Sangue B<br> | IBIB<br>IBi | Condicionado pelo gene i <sup>B</sup><br> | Anti-A<br> | Sangue AB<br> | IAIB |  | Sem anticorpos. | Sangue O<br> | ii | Sem aglutinógenos. | Anti-A e Anti-B<br> | <ul style="list-style-type: none"><li>• IAIB; IAi e IAIA</li><li>• IAIB e IAIA</li><li>• IBIB e IAIA</li></ul> |
| Grupo sanguíneo Fenótipo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Genótipo                                                                                                                                                                                               | Proteínas (aglutinógenos)                                                                                                    | Anticorpos (aglutinas)                                                                                 |                        |                                                                                               |             |                                                                                                                            |                                                                                             |                                                                                                 |             |                                                                                                                              |                                                                                               |                                                                                                  |      |                                                                                     |                 |                                                                                                 |    |                    |                                                                                                        |                                                                                                                |
| Sangue A<br>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | IAIA<br>IAi                                                                                                                                                                                            | Condicionado pelo gene i <sup>A</sup><br>   | Anti-B<br>            |                        |                                                                                               |             |                                                                                                                            |                                                                                             |                                                                                                 |             |                                                                                                                              |                                                                                               |                                                                                                  |      |                                                                                     |                 |                                                                                                 |    |                    |                                                                                                        |                                                                                                                |
| Sangue B<br>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | IBIB<br>IBi                                                                                                                                                                                            | Condicionado pelo gene i <sup>B</sup><br> | Anti-A<br>          |                        |                                                                                               |             |                                                                                                                            |                                                                                             |                                                                                                 |             |                                                                                                                              |                                                                                               |                                                                                                  |      |                                                                                     |                 |                                                                                                 |    |                    |                                                                                                        |                                                                                                                |
| Sangue AB<br>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | IAIB                                                                                                                                                                                                   |                                           | Sem anticorpos.                                                                                        |                        |                                                                                               |             |                                                                                                                            |                                                                                             |                                                                                                 |             |                                                                                                                              |                                                                                               |                                                                                                  |      |                                                                                     |                 |                                                                                                 |    |                    |                                                                                                        |                                                                                                                |
| Sangue O<br>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ii                                                                                                                                                                                                     | Sem aglutinógenos.                                                                                                           | Anti-A e Anti-B<br> |                        |                                                                                               |             |                                                                                                                            |                                                                                             |                                                                                                 |             |                                                                                                                              |                                                                                               |                                                                                                  |      |                                                                                     |                 |                                                                                                 |    |                    |                                                                                                        |                                                                                                                |
| <p>2. Se o genótipo do tipo sanguíneo A for IAi, existe chance de AB ser descendente de IAi?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Não, pois IAIB não apresenta o alelo i.</li><li>• Sim, se a mãe for portadora do alelo i.</li><li>• Não, pois o caso está desconsiderando o fator Rh</li></ul> |                                                                                                                              |                                                                                                        |                        |                                                                                               |             |                                                                                                                            |                                                                                             |                                                                                                 |             |                                                                                                                              |                                                                                               |                                                                                                  |      |                                                                                     |                 |                                                                                                 |    |                    |                                                                                                        |                                                                                                                |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. Caso a mãe seja portadora do genótipo IAIB o resultado do exame de sequenciamento será...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positivo</li> <li>• Negativo</li> </ul>                                                                                                                     |
| Problematização 8 (vermelho escuro)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Hipóteses 8                                                                                                                                                                                          |
| <p>O que é genoma? - Brasil Escola - UOL</p> <p><a href="https://brasilecola.uol.com.br">https://brasilecola.uol.com.br</a> › ... › O que é Biologia?</p>  <p>1. Um exame de sequenciamento genético foi utilizado em uma vara de família para identificar parentescos entre ancestrais e descendentes. No laboratório chegou amostras de dois tipos sanguíneos B e O. Os possíveis genótipos identificados foram...</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• IBi; IBIB e ii.</li> <li>• IAIB e IAIA</li> <li>• IBIB e IAIA</li> </ul>                                                                                    |
| 2. Se o genótipo do tipo sanguíneo B for IBi, existe chance de O ser descendente de O?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Não pois o pai não tem o alelo i.</li> <li>• Sim, se a mãe for portadora do alelo i.</li> <li>• Não, pois o caso está desconsiderando o fator Rh</li> </ul> |
| 3. Caso a mãe seja portadora do genótipo ii o resultado do exame de paternidade                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positivo</li> <li>• Negativo</li> </ul>                                                                                                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| será...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Problematização 9 (rosa claro)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Hipóteses 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p>Reação com anti-A</p>   <p>Amostras feitas com sangue de Andresa G. Tavares</p> <p>A determinação do grupo sanguíneo em laboratório é feita através de um exame bem simples, utilizando apenas uma gota de sangue. Observe a figura.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se colocarmos duas lâminas uma com soro Anti-A e outra com soro Anti-B e pingarmos em cada uma o sangue B...</li> </ol> | <p><b>A ideia é que os alunos formulem hipóteses sobre as aglutinações que ocorrem, ou não, em cada caso. O professor pode passar um vídeo sobre o assunto.</b></p> <p><b>Sugestão:</b><br/> <a href="https://youtu.be/QxqNm7UELok?si=LpKWU7nkOBd1LmCv">https://youtu.be/QxqNm7UELok?si=LpKWU7nkOBd1LmCv</a></p> |
| 2. O sangue AB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 3. O sangue O                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Problematização 10 (rosa escuro)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>Hipóteses10</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|  <p>Reação com anti-A</p>  <p>Amostras feitas com sangue de Andresa G. Tavares</p> <p>A determinação do grupo sanguíneo em laboratório é feita através de um exame bem simples, utilizando apenas uma gota de sangue. Observe a figura.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se colocarmos duas lâminas uma com soro Anti-A e outra com soro Anti-B e pingarmos em cada uma o sangue A...</li> </ol> | <p><b>A ideia é que os alunos formulem hipóteses sobre as aglutinações que ocorrem, ou não, em cada caso. O professor pode passar um vídeo sobre o assunto.</b></p> <p><b>Sugestão:</b><br/> <a href="https://youtu.be/QxqNm7UELok?si=LpKWU7nkOBd1LmCv">https://youtu.be/QxqNm7UELok?si=LpKWU7nkOBd1LmCv</a></p> |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>2. O sangue O</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                |  |
|----------------|--|
| 3. O sangue AB |  |
|----------------|--|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Problematização 11 (roxo claro)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Hipótese 11                                                                                                                                                                             |
| <p>The pedigree chart shows three generations. Generation I consists of a male (square) labeled '1' with blood type O<sup>-</sup> and a female (circle) labeled '2'. They have two children in Generation II: a male labeled '1' with blood type A<sup>-</sup> and a female labeled '2' with blood type AB<sup>+</sup>. The male in Generation II (1) and the female in Generation II (2) have a child in Generation III, labeled '1' (represented by a diamond shape, indicating unknown sex).</p> | <p>Aqui a equipe deve apresentar os tipos sanguíneos dos seguintes indivíduos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 e 3 da geração I.</li> <li>• 1 da geração III.</li> </ul> |
| 2. Observando o heredograma e, pensando no casamento dos indivíduos 1 com 2 da geração I, qual a probabilidade de terem uma menina do tipo O- ?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Aqui a equipe deve apresentar/justificar com o quadro de Punet.                                                                                                                         |
| 3. Depois de descobrir o genótipo do indivíduo 1 da geração III, pense se ele se casasse com o indivíduo I da primeira geração. Como poderia ser o genótipo de sua prole?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Aqui a equipe deve apresentar/justificar com o quadro de Punet.                                                                                                                         |

|                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Problematização 12 (roxo escuro)                                                                                                                                                 | Hipótese 12                                                                                                                                                                             |
| <p>1. Observando o heredograma e, pensando no casamento dos indivíduos 1 com 2 da geração I, qual a probabilidade de terem uma menina do tipo A- ?</p>                           | <p>Aqui a equipe deve apresentar os tipos sanguíneos dos seguintes indivíduos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 e 3 da geração I.</li> <li>• 1 da geração III.</li> </ul> |
| <p>2. Vamos considerar que o indivíduo 2 seja heterozigoto.</p>                                                                                                                  | <p>Aqui a equipe deve apresentar/justificar com o quadro de Punet.</p>                                                                                                                  |
| <p>3. Depois de descobrir o genótipo do indivíduo 1 da geração III, pense se ele se casasse com o indivíduo I da primeira geração. Como poderia ser o genótipo de sua prole?</p> | <p>Aqui a equipe deve apresentar/justificar com o quadro de Punet.</p>                                                                                                                  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Problematização 13 (laranja claro)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Hipótese 13                                                                                                                                                                                                           |
| <p>Videos:<br/> <a href="https://youtu.be/NhDHK7As13c?si=_x9PKcg6LkOhz1tB">https://youtu.be/NhDHK7As13c?si=_x9PKcg6LkOhz1tB</a><br/> <a href="https://youtu.be/DhndJ4R5GwA?si=dHEifaO5NGAGviNw">https://youtu.be/DhndJ4R5GwA?si=dHEifaO5NGAGviNw</a></p> <p>1. João não sabe seu tipo sanguíneo, mas sabe que seu pai é A+, sua mãe O- e seu irmão é A-.</p> <p>Quais os possíveis tipos sanguíneos de João?</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo sanguíneo A e Fator Rh positivo.</li> <li>• Tipos sanguíneos A ou O e fator Rh positivo ou negativo.</li> <li>• Tipos sanguíneos A ou O e Fator Rh negativo.</li> </ul> |

|                                     |                                                                |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|                                     |                                                                |
| 2. O genótipo do irmão de João é... | Aqui a equipe deve apresentar/justificar com o quadro de Punet |
| 3. E o da mãe de João é...          | Aqui a equipe deve apresentar/justificar com o quadro de Punet |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Problematização 14 (laranja escuro)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Hipótese 14                                                                                                                                                                                                           |
| <p>Videos:<br/> <a href="https://youtu.be/NhDHK7As13c?si=_x9PKcg6LkOhz1tB">https://youtu.be/NhDHK7As13c?si=_x9PKcg6LkOhz1tB</a><br/> <a href="https://youtu.be/DhndJ4R5GwA?si=dHEifaO5NGAGviNw">https://youtu.be/DhndJ4R5GwA?si=dHEifaO5NGAGviNw</a></p> <p>1. João não sabe seu tipo sanguíneo, mas sabe que seu pai é A+, sua mãe O- e seu irmão é A-.</p> <p>Quais as os possíveis tipos sanguíneos de João?</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo sanguíneo A e Fator Rh positivo.</li> <li>• Tipos sanguíneos A ou O e fator Rh positivo ou negativo.</li> <li>• Tipos sanguíneos A ou O e Fator Rh negativo.</li> </ul> |
| 2. O genótipo do irmão de João é...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Aqui a equipe deve apresentar/justificar com o quadro de Punet                                                                                                                                                        |
| 3. E o da mãe de João é...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Aqui a equipe deve apresentar/justificar com o quadro de Punet                                                                                                                                                        |

### GABARITO (Figura 18)

| Problematização/Hipóteses | 1                                                                 | 2                                                                                                                          | 3                                                             |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1                         | Marcador para sistema ABO                                         | AB-                                                                                                                        | O organismo do paciente passa a produzir o anticorpo anti Rh. |
| 2                         | Marcador para sistema ABO                                         | O-                                                                                                                         | A transfusão ocorre normalmente.                              |
| 3                         | Aplicar um neutralizador de anti-Rh.                              | O organismo da mãe ainda não tem o anti-Rh.                                                                                | Ao gene recebido do pai.                                      |
| 4                         | Rr ou RR                                                          | Seus pais não apresentam o alelo dominante R.                                                                              | Seus pais não apresentam o alelo recessivo r.                 |
| 5                         | Ele é hemofílico                                                  | Porque é uma doença condicionada ao cromossomo X, onde os meninos o recebem de suas mães. A afirmação não procede.         | 100%                                                          |
| 6                         | Indivíduo 2 geração II – XHXH<br><br>Indivíduo 1 geração II - XhY | Porque os pais transmitem para seus filhos o cromossomo Y e a hemofilia é condicionada pelo cromossomo X, recebido da mãe. | 0%                                                            |
| 7                         | IAIB, IAi e IAIA                                                  | Não, pois não apresenta o alelo i.                                                                                         | Negativo                                                      |
| 8                         | IBi, IBIB e ii                                                    | Sim, se a mãe for portadora do alelo i.                                                                                    | Positivo                                                      |
| 9                         | Houve aglutinação na amostra Anti-B , e não houve naquela com     | Houve aglutinação nas duas amostras, indicando que o sangue é do                                                           | Não houve aglutinação em nenhuma amostra identificando o      |

|    |                                                                                                     |                                          |                                                                         |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|    | Anti-A, indicando que o sangue é do tipo B.                                                         | grupo AB.                                | sangue como do grupo O.                                                 |
| 10 | Os indivíduos do grupo O são geneticamente homozigóticos recessivos.                                | 12                                       | 20                                                                      |
| 11 | Indivíduo 2 geração I – A-<br>Indivíduo 3 geração I – A+<br>Indivíduo 1 geração – III A ou AB ou B. | 50% se o genótipo do indivíduo 2 for Iai | Fazer as combinações:<br>ii x Iai<br>ii x IAIB<br>ii x Ibi<br>ii x IAIA |
| 12 | Indivíduo 2 geração I – A-<br>Indivíduo 3 geração I – A+<br>Indivíduo 1 geração – III A ou AB ou B. | 50%                                      | Fazer as combinações:<br>ii x Iai<br>ii x IAIB<br>ii x Ibi<br>ii x IAIA |
| 13 | Tipos sanguíneos A ou O e fator Rh positivo ou negativo.                                            | (IAIA ou IAi) (rr)                       | (ii) (rr)                                                               |
| 14 | IAi e Ibi                                                                                           | 25%                                      | 25%                                                                     |
|    |                                                                                                     |                                          |                                                                         |

## DISCUSSÃO

Ao comparar metodologias e diferentes artigos que utilizam jogos para ensinar conteúdos de Biologia e Ciências, este trabalho confirma a eficiência dos jogos em proporcionar um ensino de protagonismo do aluno, substituindo de forma eficaz aulas expositivas e tradicionais.

No trabalho de *NASCIMENTO* (2010), os alunos constroem o quebra cabeça, o que leva a um aprendizado ainda mais significativo, pois eles precisam buscar informações não só sobre o conteúdo, mas também de material, e metodologia. Porém com a implementação do Novo Ensino Médio, os conteúdos precisam ser transmitidos em apenas dois anos, o que reduz significativamente o tempo ábil para explorar os conteúdos, corroborando assim que o jogo esteja pronto e de fácil acesso e execução como é o caso desse trabalho.

Já no artigo (*JOGOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE BIOLOGIA: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA BASEADA EM MÓDULO DIDÁTICO PEDROSO, Carla Vargas – UFSM*) que utilizou cartões de perguntas e respostas e jogo de tabuleiro, também associados a cores, com o objetivo de tornar o aprendizado mais eficiente e ativo também foi atingido, mas vejo o quebra cabeça com a vantagem de unir de forma palpável e lúdica a genética aos conceitos matemáticos.

Em o EteRNA, um jogo de computador educacional, bidimensional, de estratégia, que é jogado de forma on-line no navegador da internet, a estratégia também foi um quebra-cabeça, porém virtual. Cada um dos quebra-cabeças do nível Introduction to RNA foram resolvidos e analisados no contexto didático de como o professor deve utilizar o desafio em sala de aula e o pode ser abordado durante a atividade. A partir da análise do conteúdo científico apresentado nos quebra-cabeças foi desenvolvida uma proposta didática de como o professor pode utilizar estes quebra-cabeças introdutórios para abordar o assunto de desing de RNA, servindo como guias de aulas práticas. Nesse sentido, a aplicação aproveitou a facilidade com recursos tecnológicos para construir um aprendizado efetivo tanto para professores ao prepararem suas aulas, quanto para os alunos no desafio de construir conhecimento.

Outro artigo muito eficiente (*O USO DO TANGRAM COMO MATERIAL LÚDICO PEDAGÓGICO NO ENSINO DE FIGURAS GEOMÉTRICAS PLANAS*), fala do uso do tangran, um quebra-cabeça de origem chinesa, é composto por sete

peças geométricas que podem ser reorganizadas para formar diferentes figuras. Os resultados indicam que a utilização do tangram promove um ambiente de aprendizagem ativo e dinâmico. Os educadores relataram que os alunos demonstraram maior interesse e engajamento nas atividades quando o tangram foi utilizado, promovendo um aprendizado mais significativo. As atividades práticas com o tangram também contribuíram para o desenvolvimento da criatividade, uma vez que os alunos foram incentivados a criar suas próprias figuras e histórias. O trabalho revelou uma ferramenta eficaz e versátil na educação, contribuindo não apenas para o ensino de Matemática, mas reforçando uma interdisciplinaridade que é um dos objetivos desse trabalho.

E ainda no artigo (*QUEBRA-CABEÇA PERIÓDICO: USO DO JOGO COMO INSTRUMENTO MEDIADOR PARA O ENSINO DE PROPRIEDADES PERIÓDICAS*) a estratégia didática foi aplicada em duas: a primeira aula expositivo-dialogada e execução do jogo didático; a segunda dividiu-se a turma em quatro equipes, cada uma recebeu um kit com o jogo quebra-cabeça periódico. O jogo é constituído de seis peças previamente confeccionados, sendo utilizado em sua construção o EVA. Para iniciar a atividade cada equipe deveria retirar dois cartões, um da “urna periódica” e um da urna anatômica, Cada equipe anotaria a relação entre a propriedade periódica e os elementos químicos contidos no cartão, em caso de acerto, a equipe ganharia duas peças do quebra-cabeça, a equipe que tiver que obtiver a maior soma dos números atômicos é o vencedor. Este trabalho se assemelha bastante com o que propomos, atingindo com um jogo de quebra-cabeça em EVA um ensino lúdico e eficaz para o engajamento do aluno porém, nos colocamos reticentes quanto à aula expositiva, pois esta não é tão eficiente para desenvolver o protagonismo do aluno.

Em 2015, (*THAMYRIS ROZOLIN DA SILVA - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ*), desenvolveu um artigo onde utilizou quebra-cabeça para ensinar e montar heredogramas, chegando à mesma conclusão do quebra-cabeça apresentado neste trabalho.

Utilizamos a gamificação ou aprendizagem baseada em jogos com desafios e missões para estimular a construção do conhecimento de genética com ênfase nas Leis de Mendel, mais especificamente frequência alélica e genotípica utilizando o sistema de classificação sanguíneo humano ABO no contexto das relações alélicas e genotípicas observadas entre os membros de uma família. Outro ponto importante

é tornar possível a interdisciplinaridade com a matemática, quando aborda os conteúdos de porcentagem e probabilidade de forma lúdica e simples. Não houve aplicação em sala de aula.

O fato dos alunos precisarem tomar decisões, ter um material palpável e lúdico, aumenta o interesse pelos conteúdos propostos, levando-os a uma participação e assimilação ativa desses conteúdos.

Como este jogo pretende facilitar aspectos relacionados ao protagonismo do aluno na construção ativa do conhecimento no contexto da segunda Lei de Mendel, promovendo a interação com o conteúdo de matemática, mais especificamente frequência/porcentagem, as peças tem o potencial de levar os alunos a compreender com mais facilidade as proporções e porcentagens dos genótipos da geração parental e sua relação com a frequência do genótipo da geração F1 no contexto do sistema ABO, entendemos que nosso produto contribui para trabalhar os conteúdos do o currículo referencial do Estado do Rio de Janeiro além das habilidades e competências propostas pela ABNCC:

A orientação Curricular do Novo Ensino Médio da Rede Estadual de Ensino do Rio de Janeiro para a área Ciências da Natureza e suas Tecnologias, com base nas competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular, possibilita a interdisciplinaridade, a partir da articulação de habilidades dos componentes curriculares de Biologia, Química e Física entre si e com outros componentes curriculares, de outras áreas de conhecimento. (Conexão professor – RJ)

Quadro 1

| HABILIDADE | COMPETÊNCIA | AÇÃO DO JOGO |
|------------|-------------|--------------|
|------------|-------------|--------------|

|                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>A habilidade EF09CI08 consiste em: Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.</p> | <p>- Diferenciar os grupos sanguíneos do sistema ABO e do Rh, o comportamento de cada tipo nas transfusões de sangue e as reações de aglutinação das incompatibilidades sanguíneas.</p> | <p>- Fichas 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9 e 10.<br/>Os casos clínicos apresentam exames para detecção do tipo sanguíneo, resultados de aglutinação e genótipos de tipos sanguíneos.</p> |
|                                                                                                                                                                       | <p>Relacionar as leis de Mendel e o comportamento dos cromossomos</p>                                                                                                                   | <p>- Fichas 3, 4, 5, 6, 11, 12, 13 e 14.<br/>Os casos clínicos apresentam heredogramas com genótipos e fenótipos relacionados ao sistema sanguíneo humano.</p>                |
|                                                                                                                                                                       | <p>Aplicar os conceitos relativos à probabilidade de ocorrência de um ou mais eventos para explicar a transmissão e prever a manifestação de características dos seres vivos.</p>       | <p>- Fichas 3, 4, 5, 6, 11, 12, 13 e 14.<br/>Os casos clínicos apresentam heredogramas com genótipos e fenótipos relacionados ao sistema sanguíneo humano.</p>                |
|                                                                                                                                                                       | <p>Interpretar e analisar heredogramas.</p>                                                                                                                                             | <p>- Fichas 5, 6, 11 e 12<br/>Os casos clínicos apresentam heredogramas e que mostram as relações de descendência.</p>                                                        |

|  |                                                     |                                                                                                                                      |
|--|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Resolver problemas ligados à hereditariedade        | - Fichas 3, 4, 5, 6, 11 e 12<br>Os casos clínicos apresentam heredogramas e que mostram as relações de descendência.                 |
|  | O preender e aplicar conceitos básicos de genética. | Todas as fichas, imagens, textos e vídeos.<br>As fichas foram elaboradas para abordar e relacionar os conceitos básicos de genética. |

Como o jogo pode se aplicado de forma adaptada à realidade da unidade escolar e também, da realidade das dificuldades de cada grupo de discentes, é possível possibilitar um diagnóstico mais assertivo das dificuldades e dos avanços sobre os conteúdos. Essa adaptação pode ser feita inclusive durante o jogo, tanto pelos docentes na mediação dos acontecimentos, quanto pelos discentes ao perceberem outra estratégia que leve a conclusão da montagem

Outro ponto positivo é a utilização das cores relacionando fichas e peças. Essa metodologia cria uma relação que impede que os discentes se percam nos conceitos e resultados.

Por fim, aplicar um quebra-cabeça dá aos discentes uma resposta imediata da construção do conhecimento, mostrando se o caminho está correto ou, se é preciso reavaliar e reajustar estratégias. O jogo torna a aula mais divertida, mais próxima da vivência dos docentes, estimula a criatividade, facilita a assimilação de conteúdos, neste caso relacionados às leis de Mendel, e ainda cria uma ponte entre a genética e a matemática, trazendo para os discentes uma aprendizagem não só investigativa mais ativa.

## RESULTADO

Este trabalho não previu aplicação até a data da defesa da dissertação, ficando essa tarefa para ser desenvolvida após a defesa, com prazos mais amplos. Mas ele foi recortado e aplicado como uma das atividades obrigatórias do programa de mestrado AASA (atividade aplicada em sala de aula), em uma turma de segundo ano do ensino médio que mesmo anteriormente participado de aulas expositivas sobre genética básica, ainda apresentavam resistência e dificuldades sobre o conteúdo.

Nesta ocasião, podemos perceber o potencial do jogo, foi nítido o engajamento dos alunos, a compreensão das frações e proporções, a assimilação dos conteúdos, principalmente dos genótipos e fenótipos contidos nas peças.

Outra afirmação positiva foi os próprios alunos terem sugerido outras formas de jogar, adaptando a realidade de cada turma.

## CONCLUSÃO

Existem várias formas de proporcionar um aprendizado mais eficaz e participativo porém, os jogos despertam nos alunos um comportamento mais receptivo, mais estrovertido.

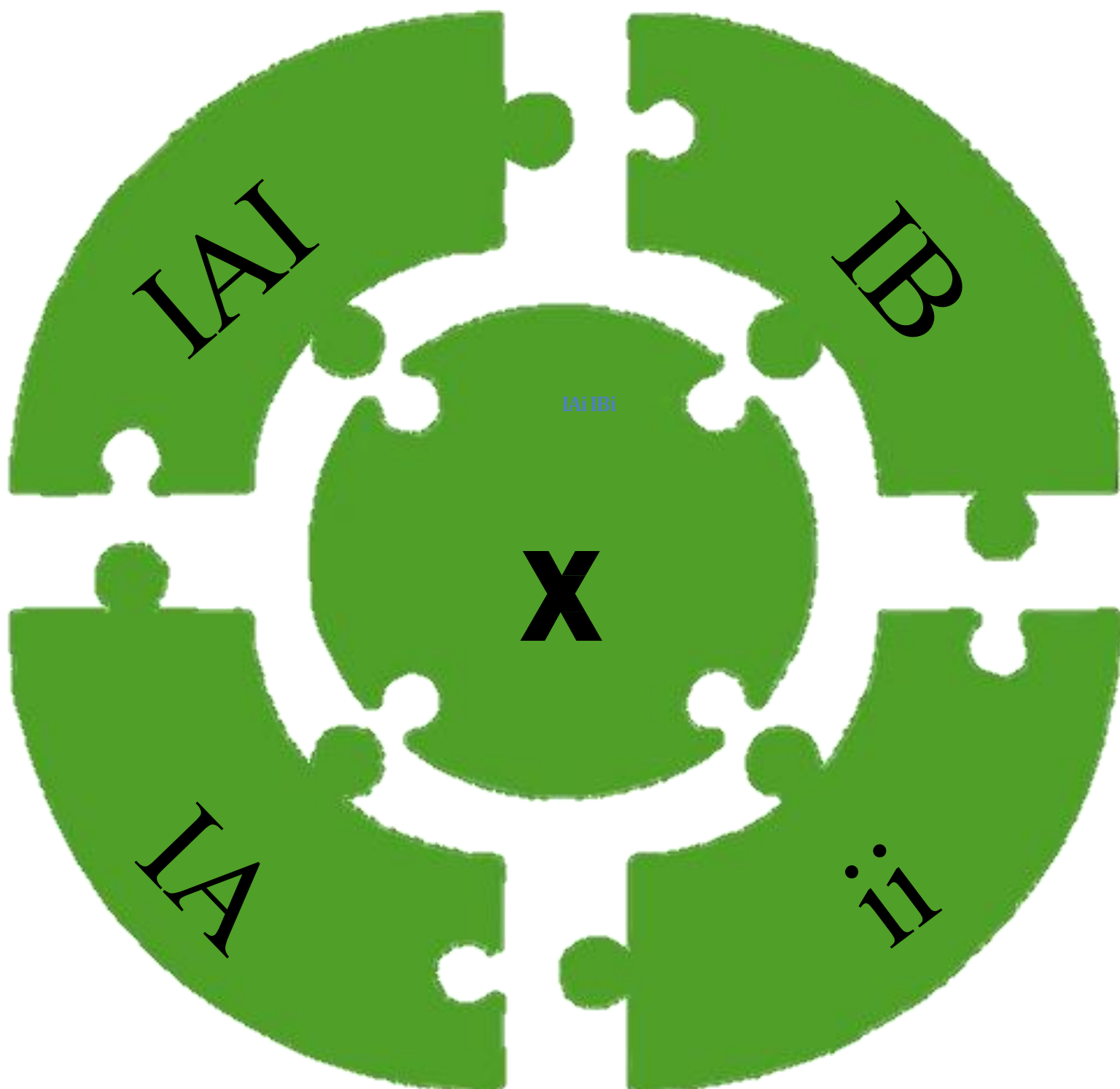
Quando os alunos se permitem o protagonismo fica mais fácil para o professor intrduzir conteúdos, fixar conceitos e relacionar com os acontecimetos cotidianos. Além disso, esse tipo de atividade aproxima professores e alunos fazendo do apredizado uma parceria, algo que constróem juntos, o que substitui a apredizagem clássica que tanto afasta os alunos dos temas e conceitos genéticos.

Dessa forma é possível, atravez deste jogo promover o ensino investigativo, a construção ativa dos conceitos de genes, alelos, genótipo, fenótipo bem como conceitos relacionados à transferência de alelos relacionados ao sistema sanguíneo humano, sempre com foco nas Leis de Mendel.

Outro ponto muito importante foi conseguir proporcionar uma interdisciplinalidade com a matemática, aplicando proporção, probabilidade e fração. O que diminuiu bastante a reistênica dos alunos com os assuntos propostos.

Parte do jogo foi aplicada como uma das atividades do mestrado, o AASA (Atividade Alicada em Sala de Aula), e podemos afirmar o sucesso do jogo em atingir os objetivos citados.

ANEXO 1 (Moldes)



*IAI*

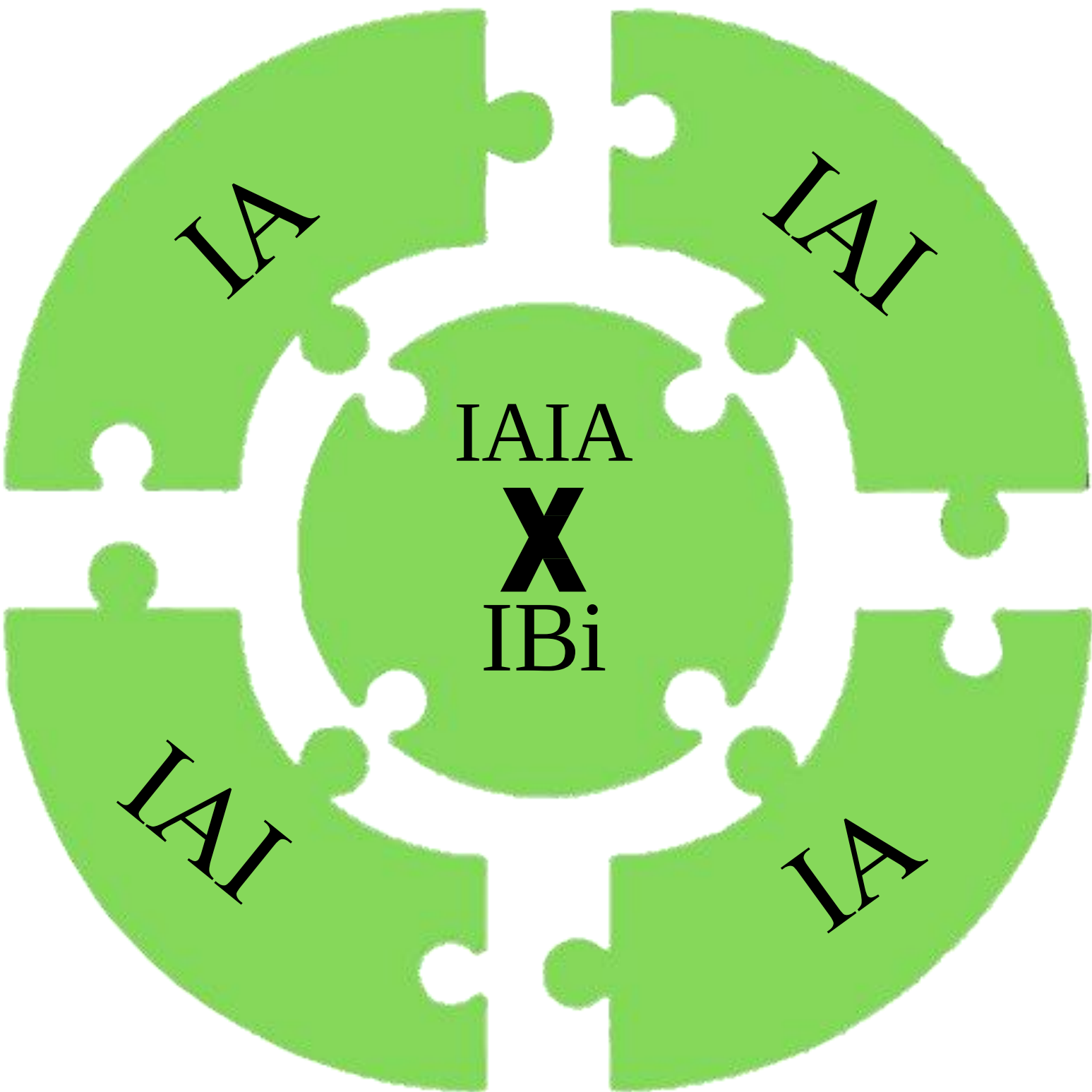
*IAI*

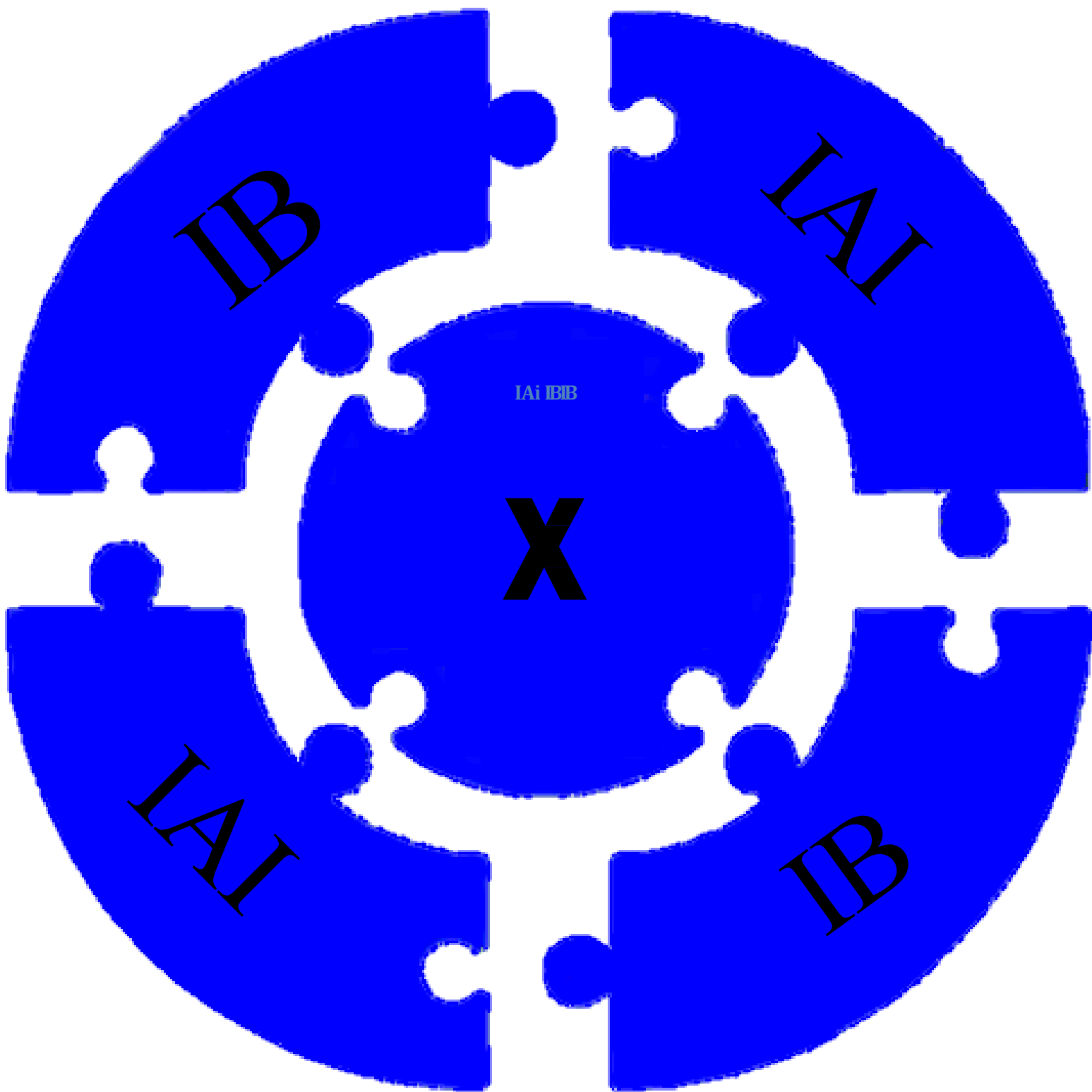
IAIA IAIB

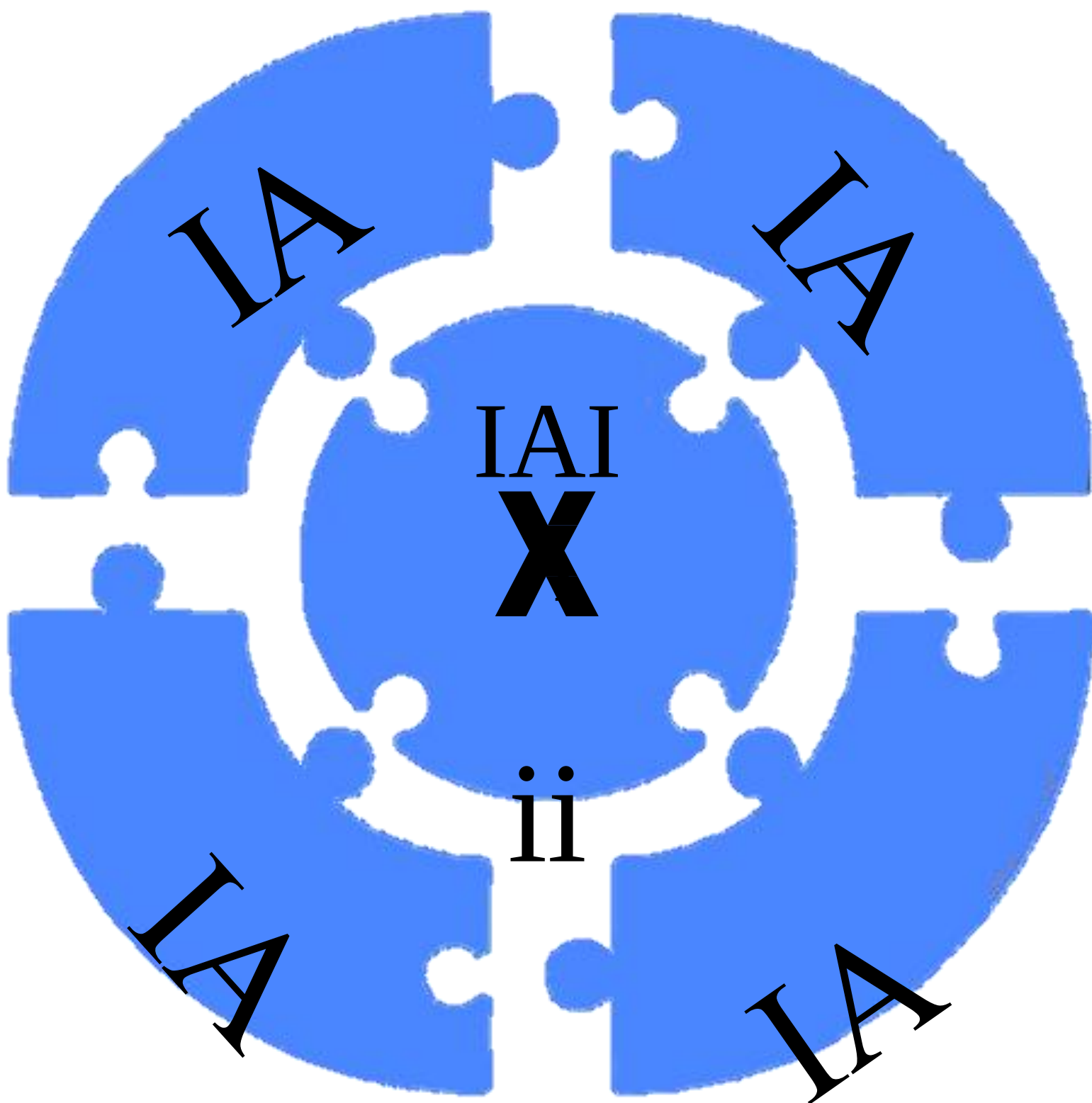
**X**

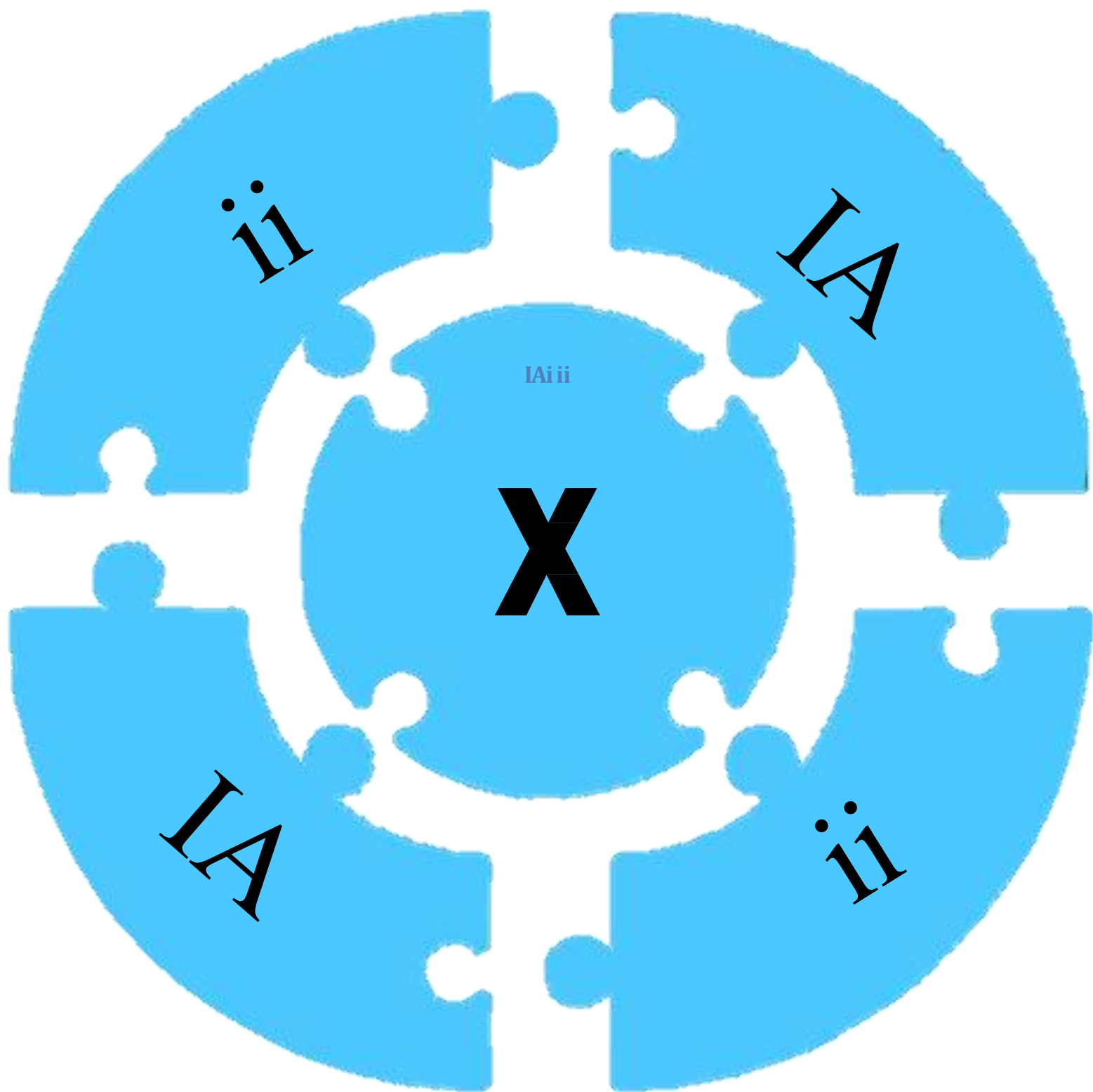
*IAI*

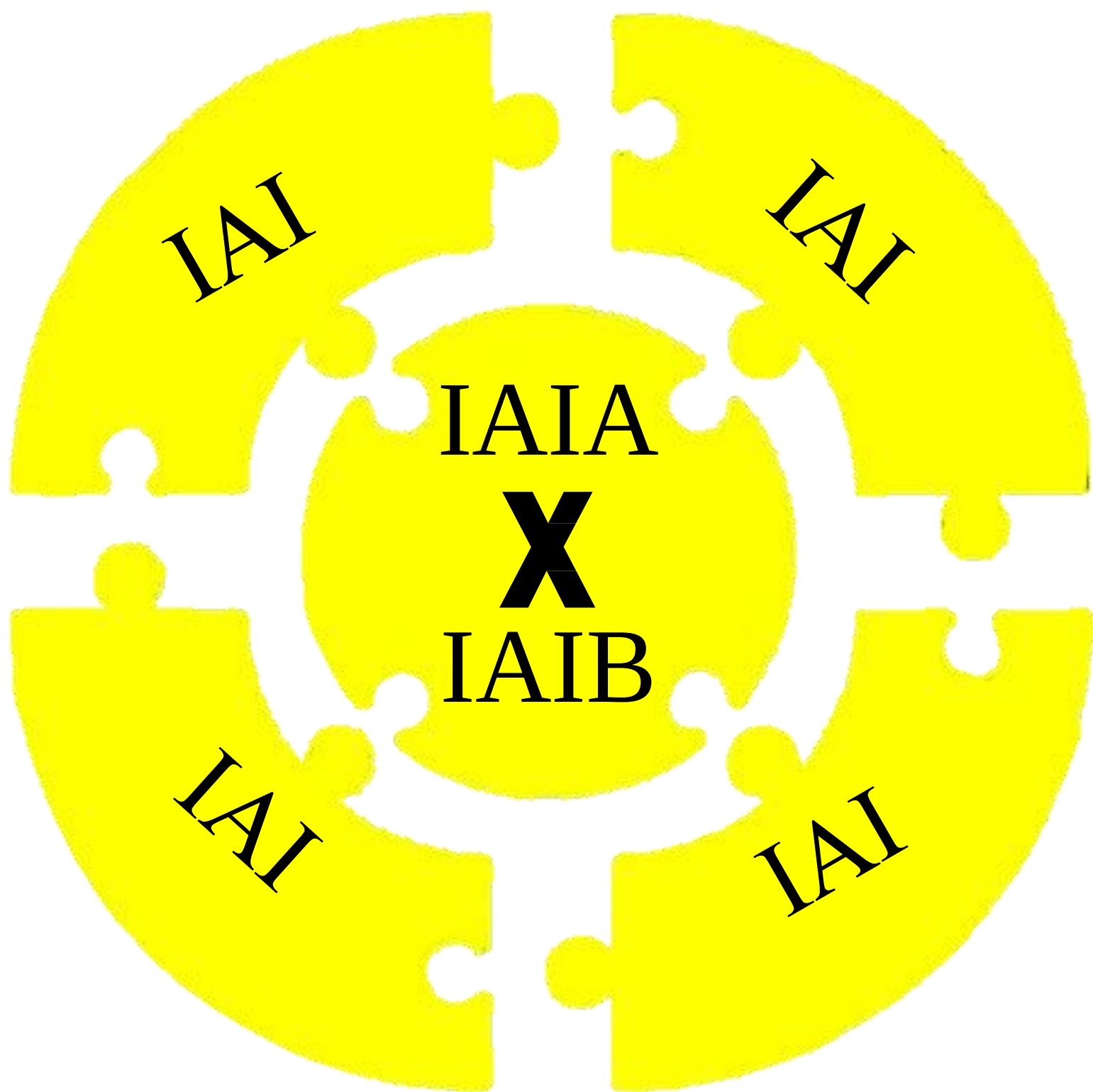
*IAI*

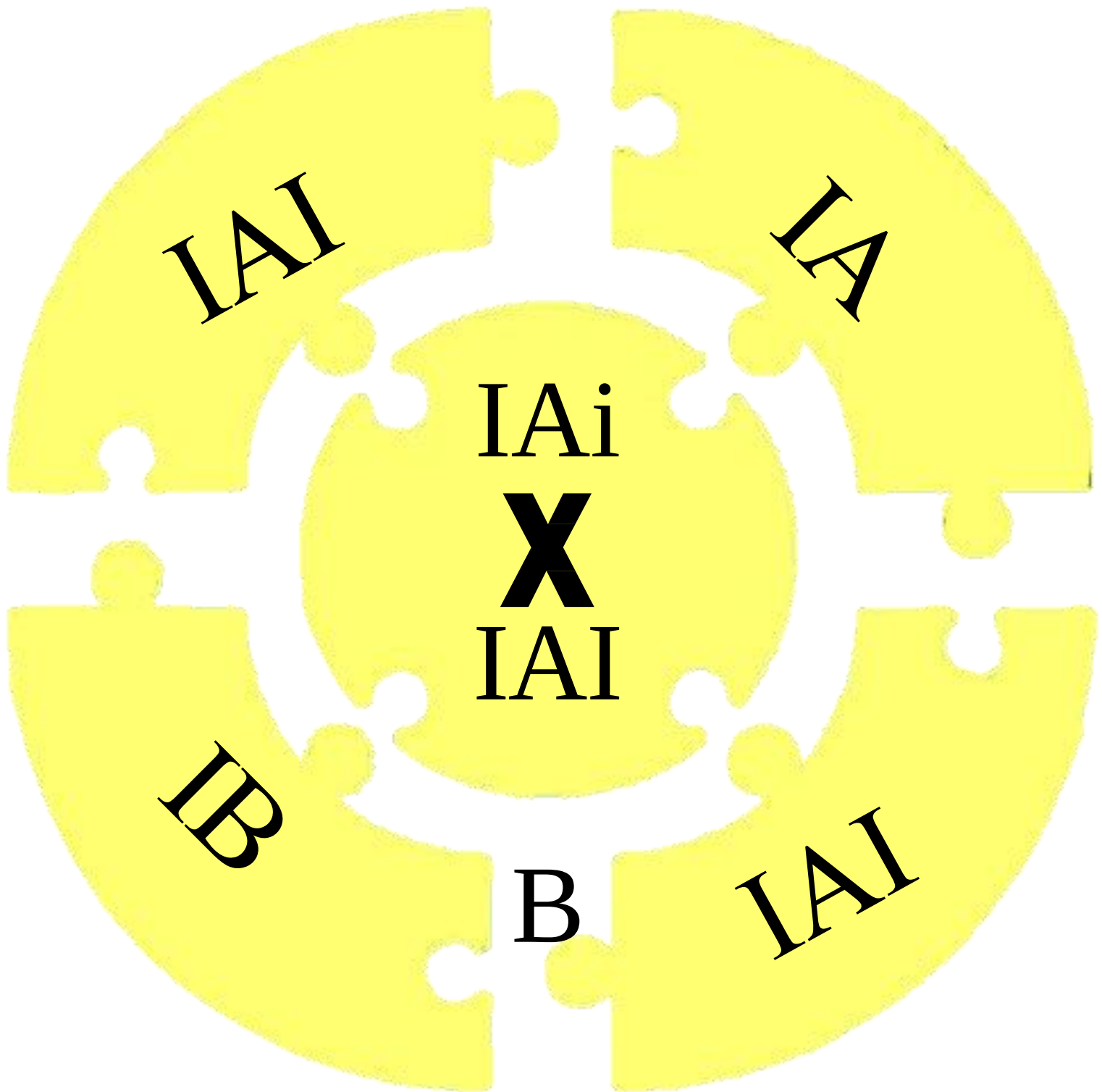


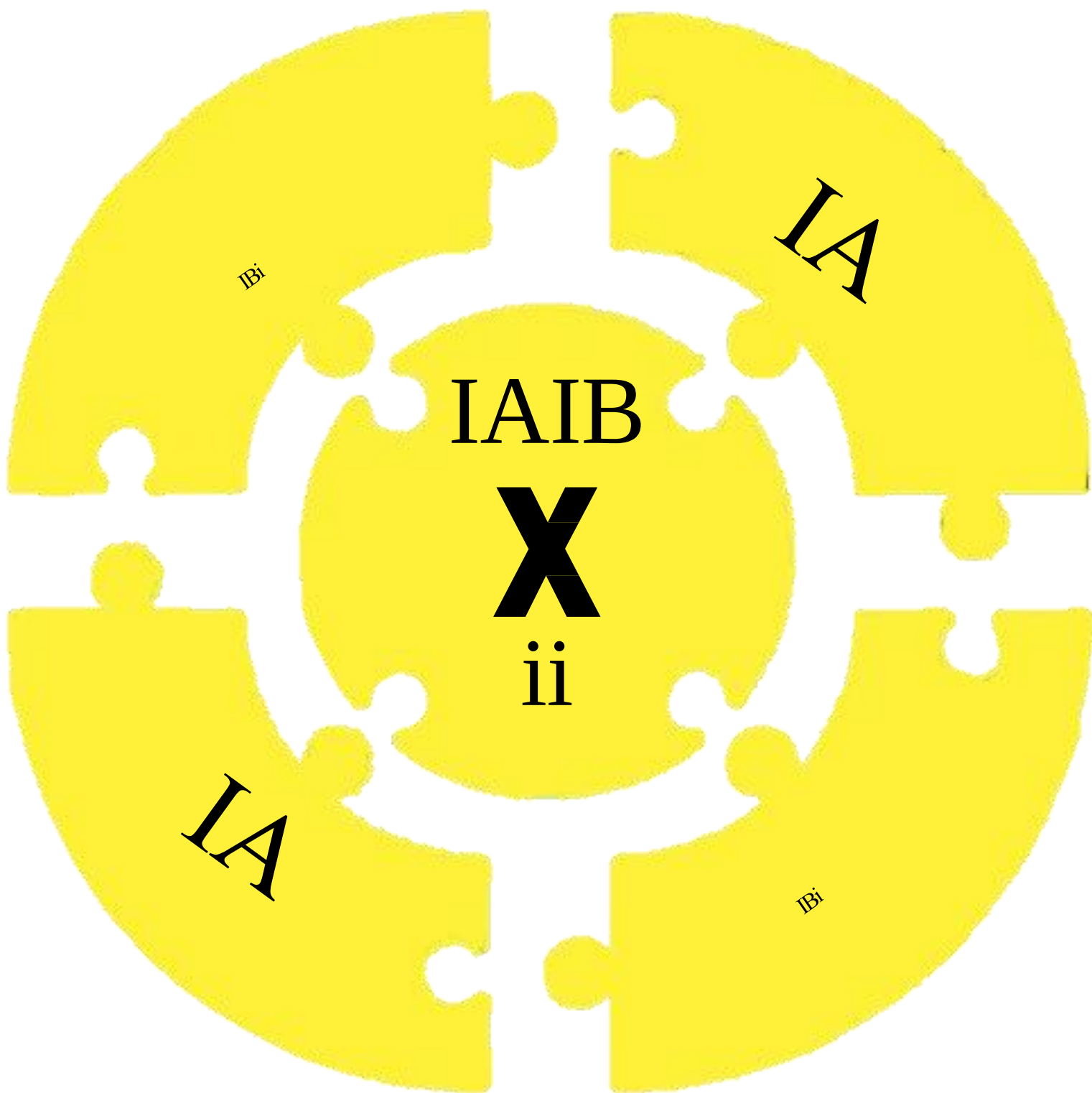


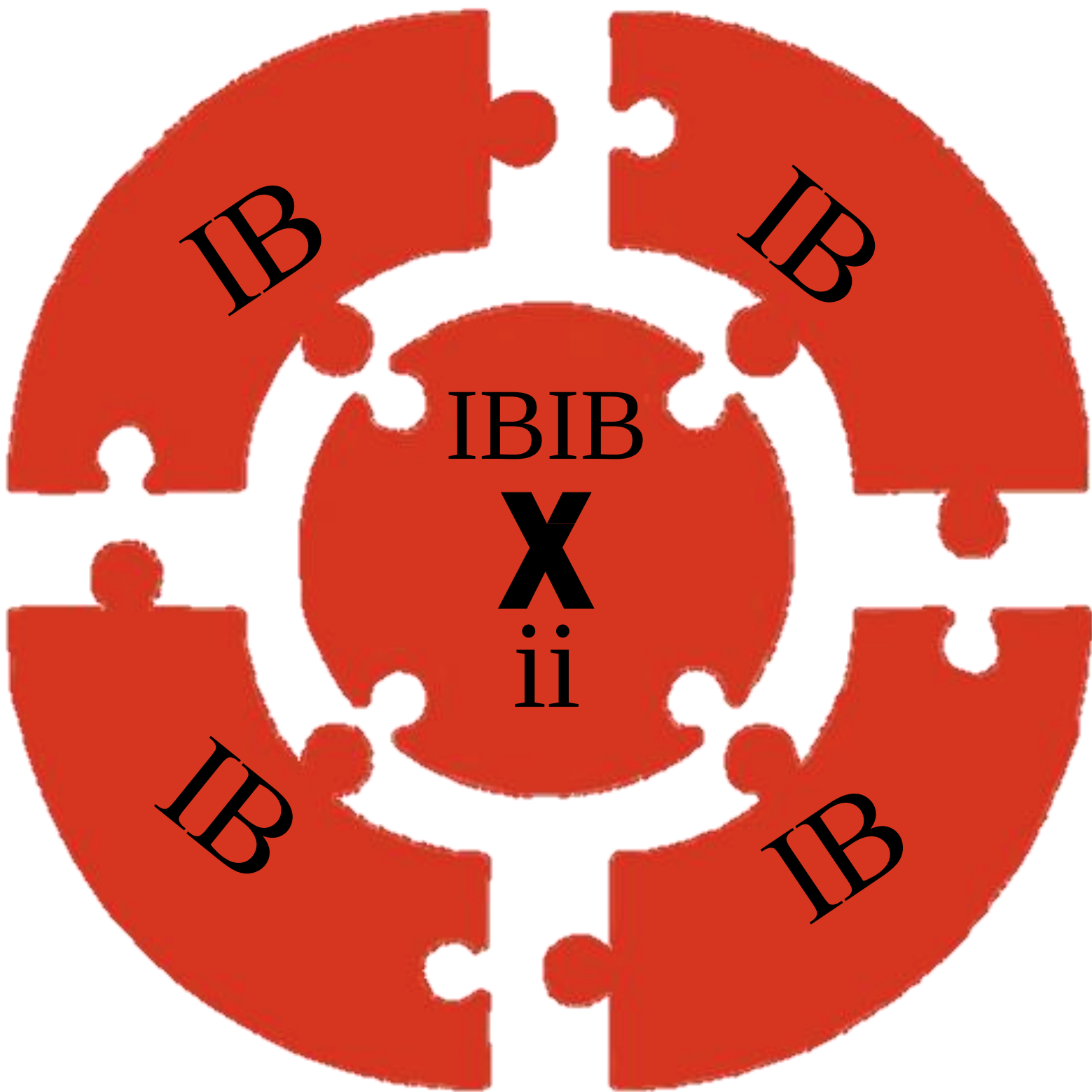


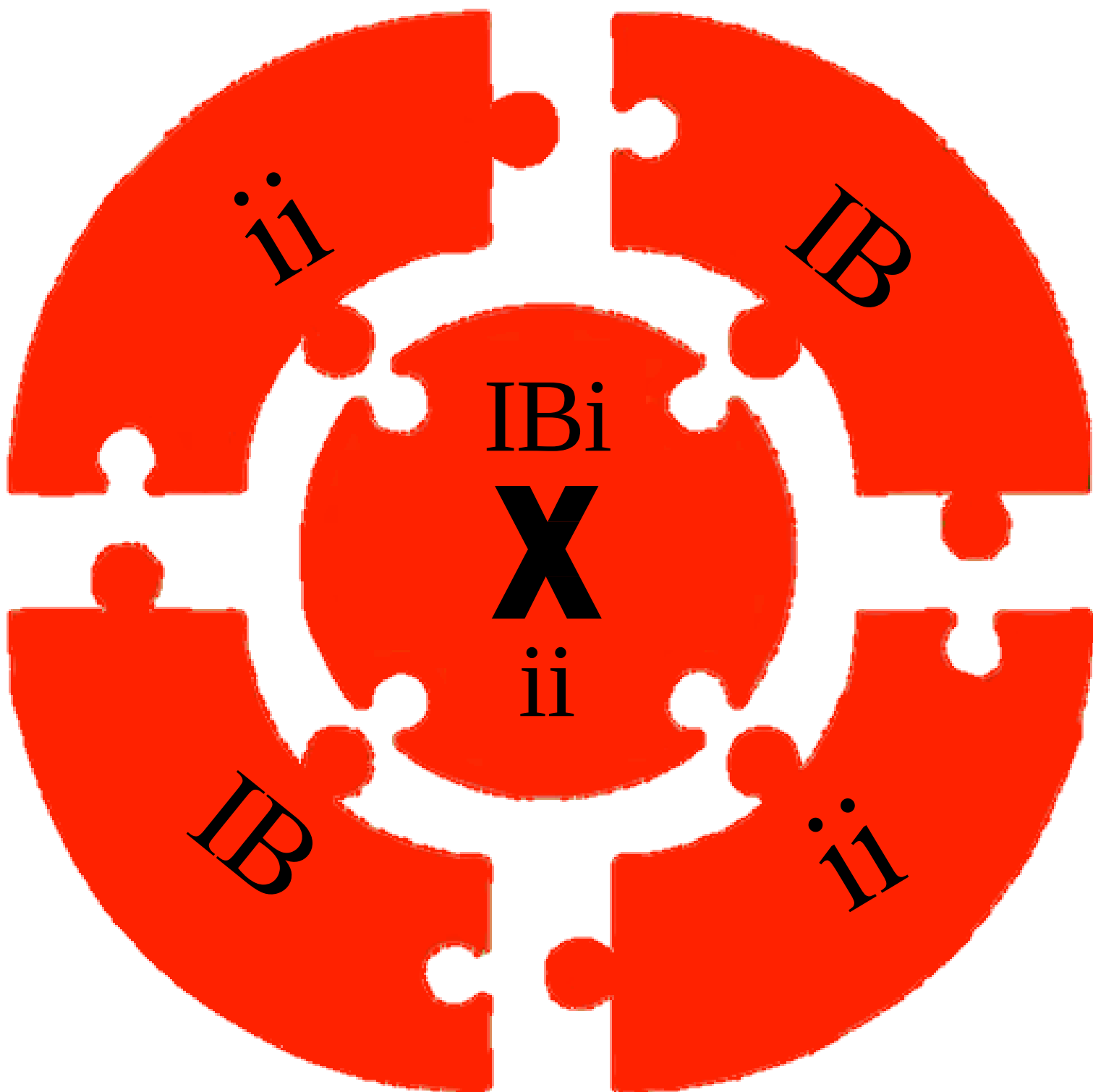


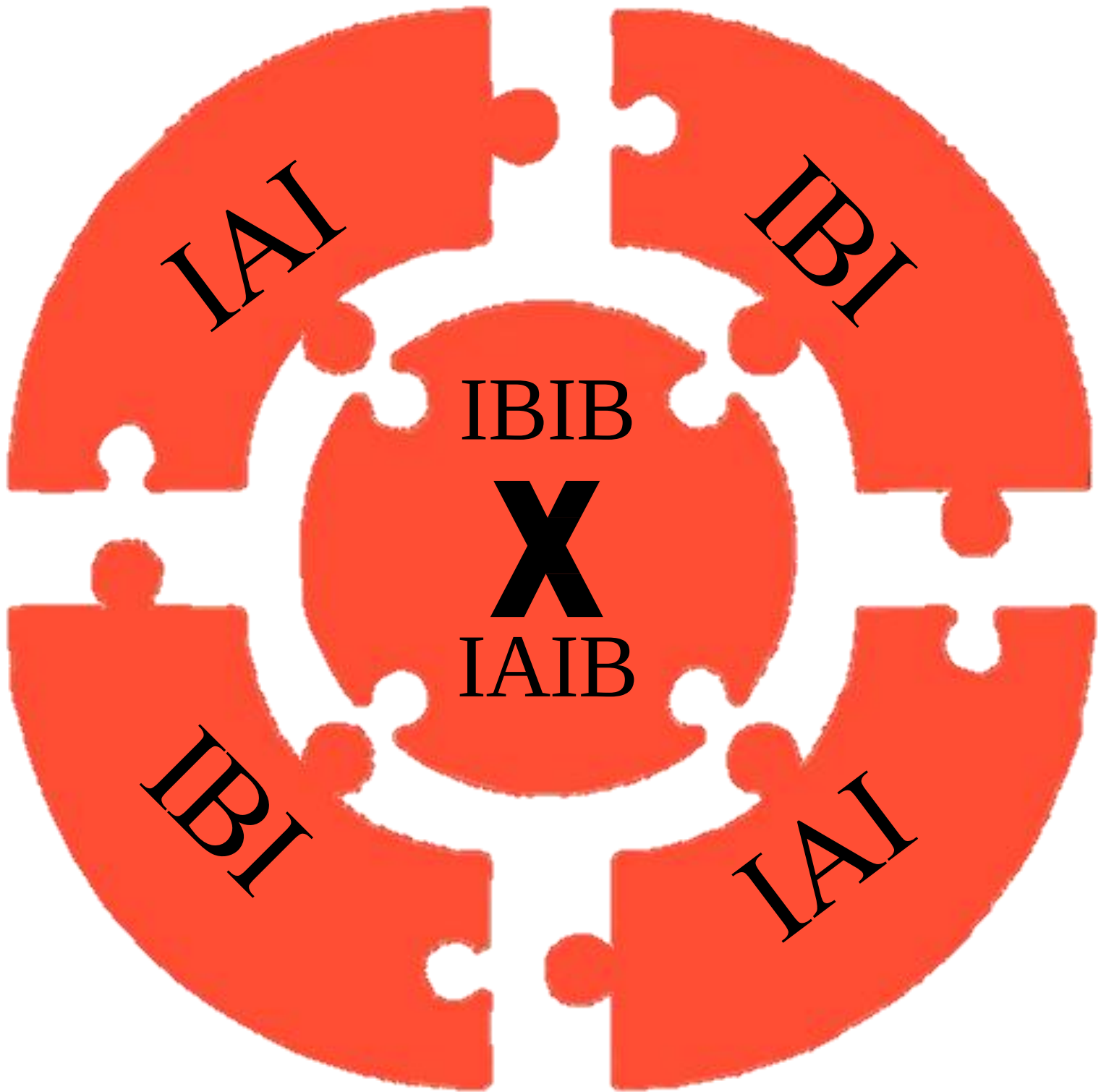












IA

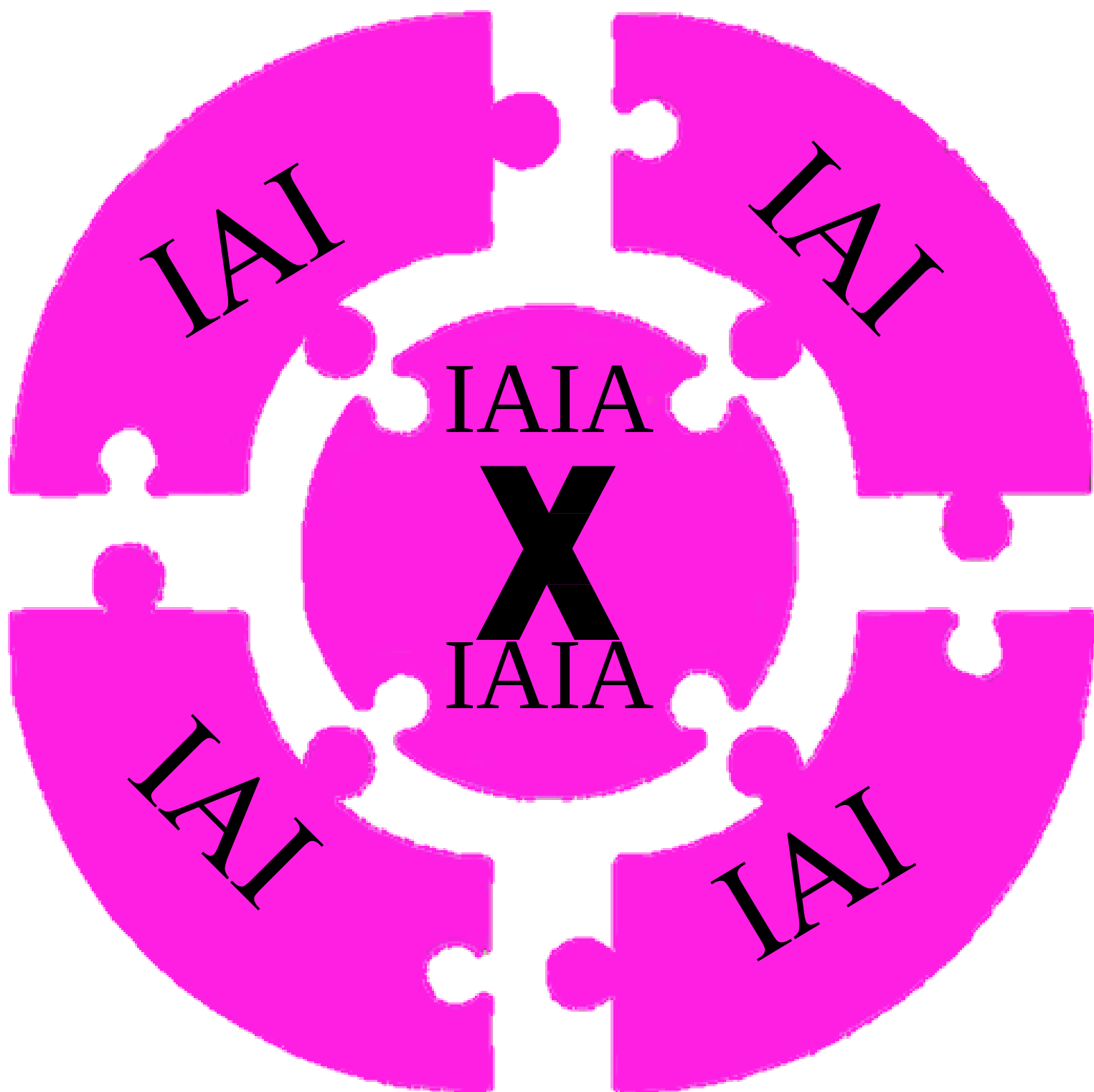
IBi IAiB

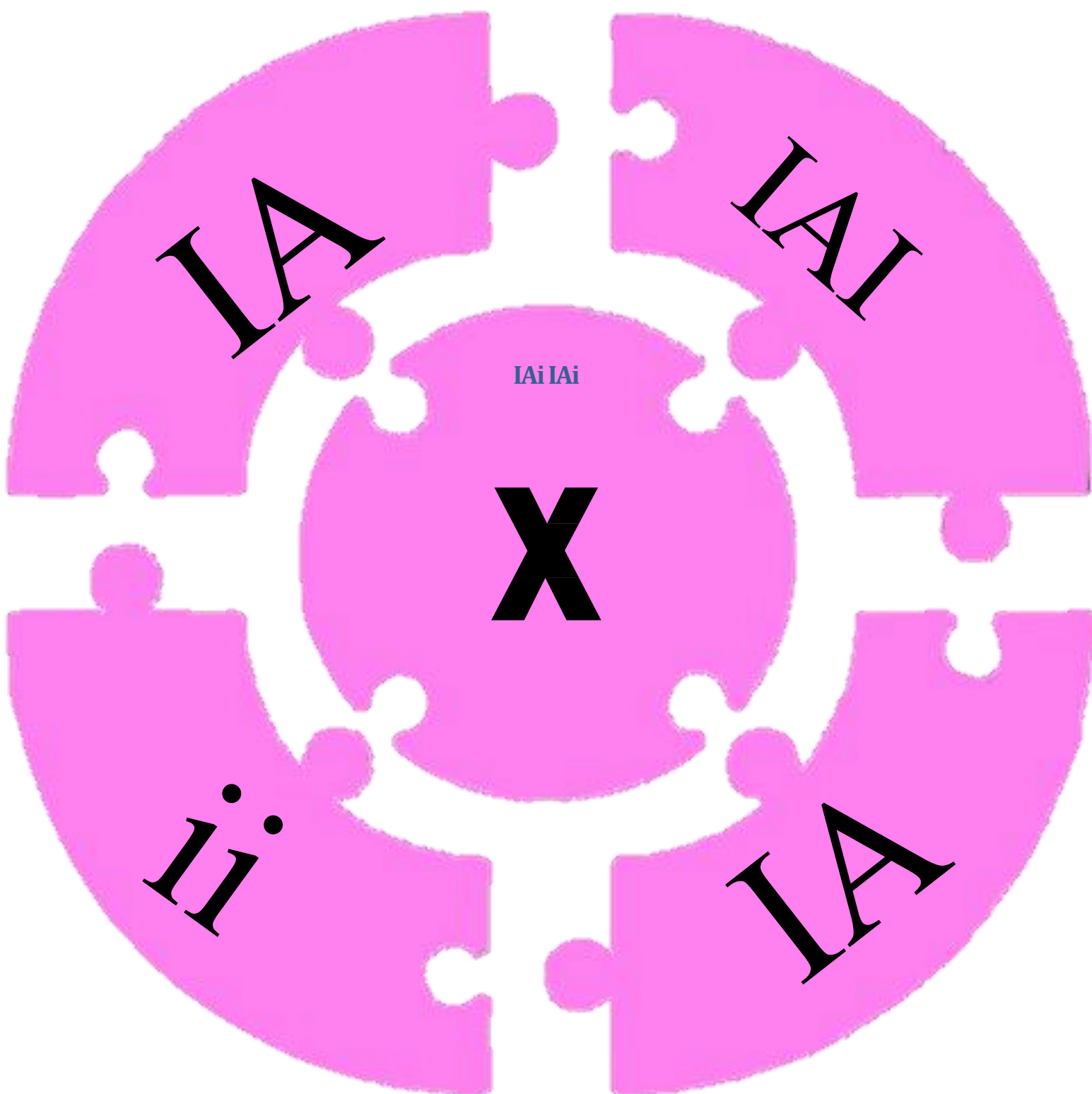
IAi

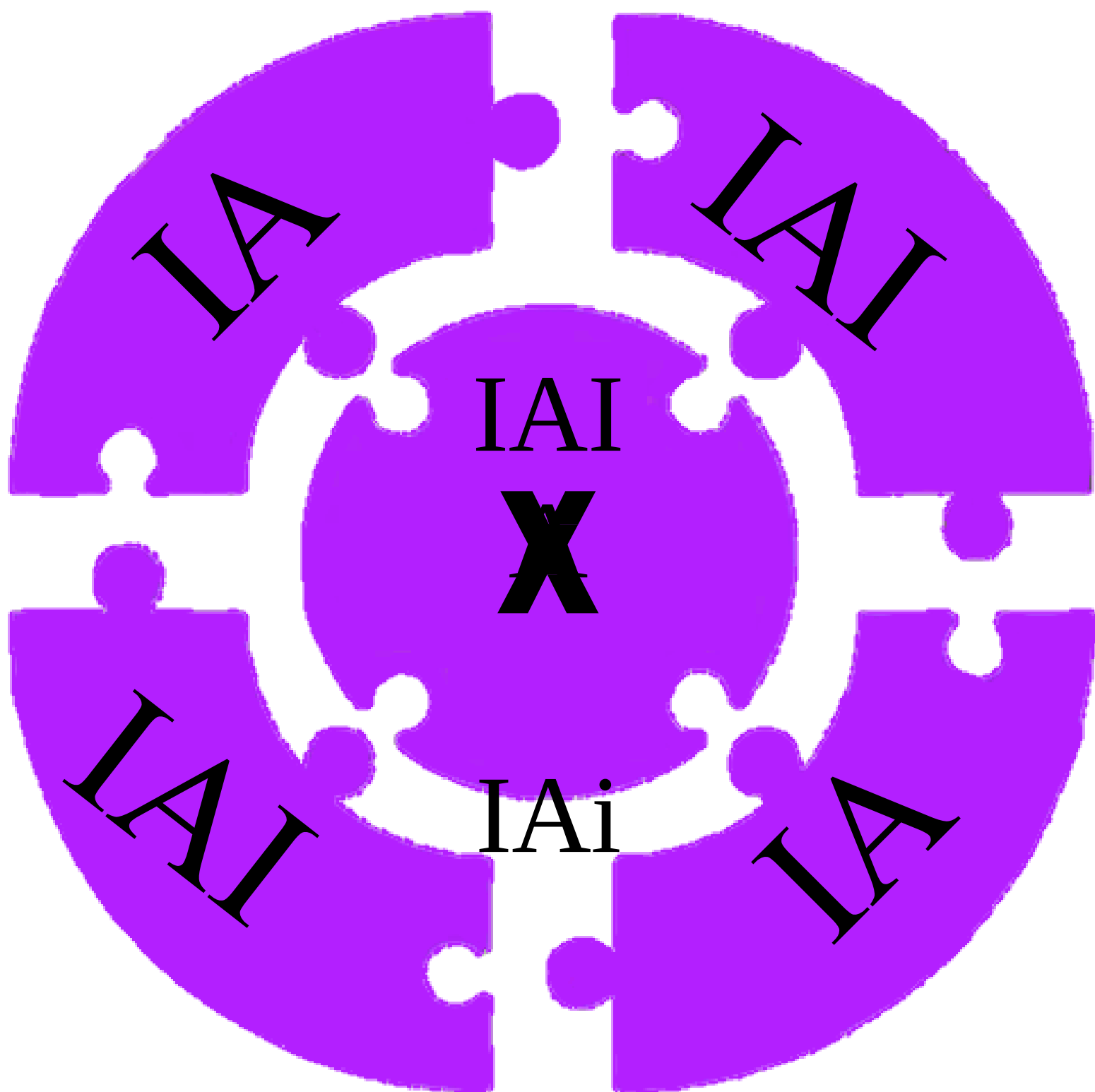
IB

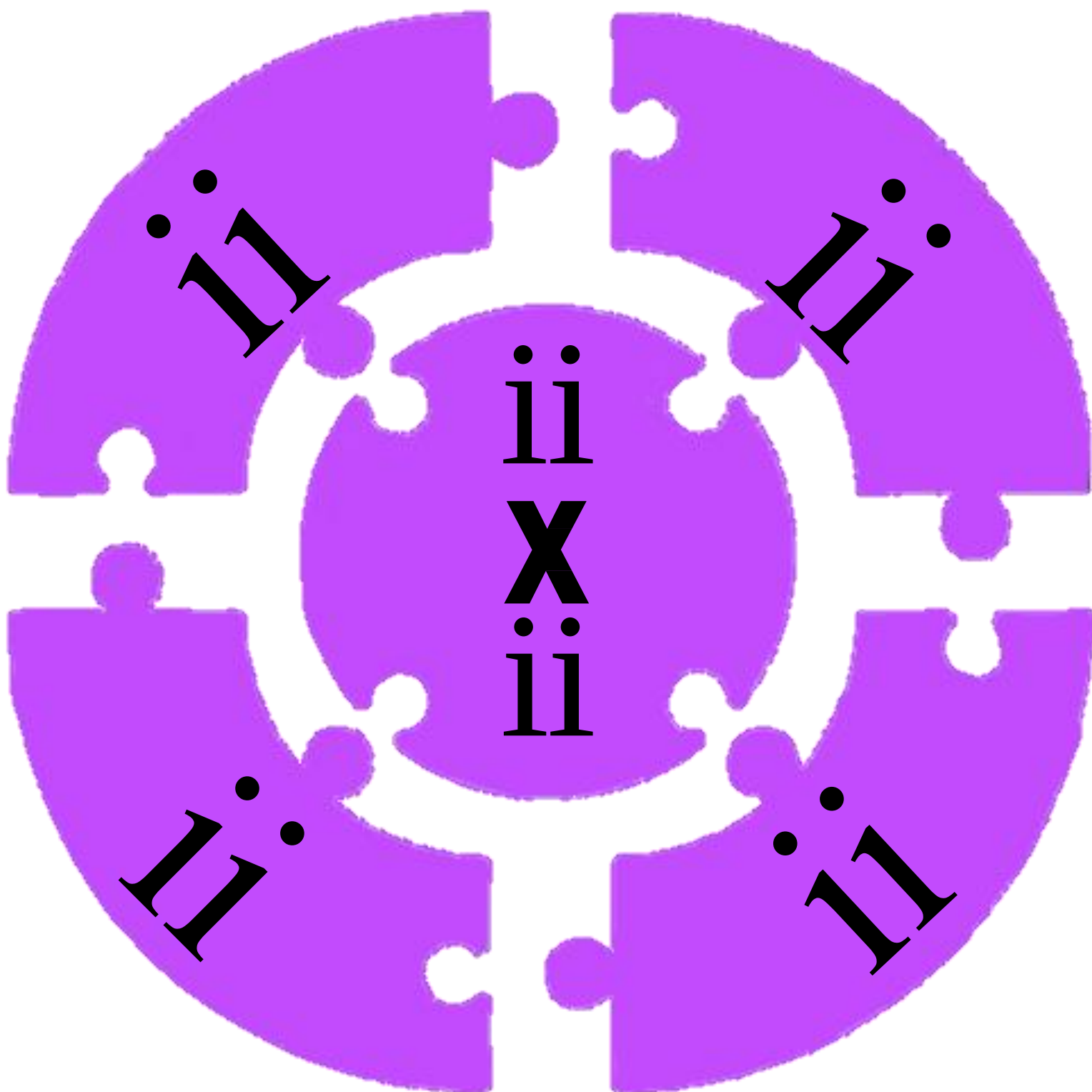
**X**

IBi









IAI

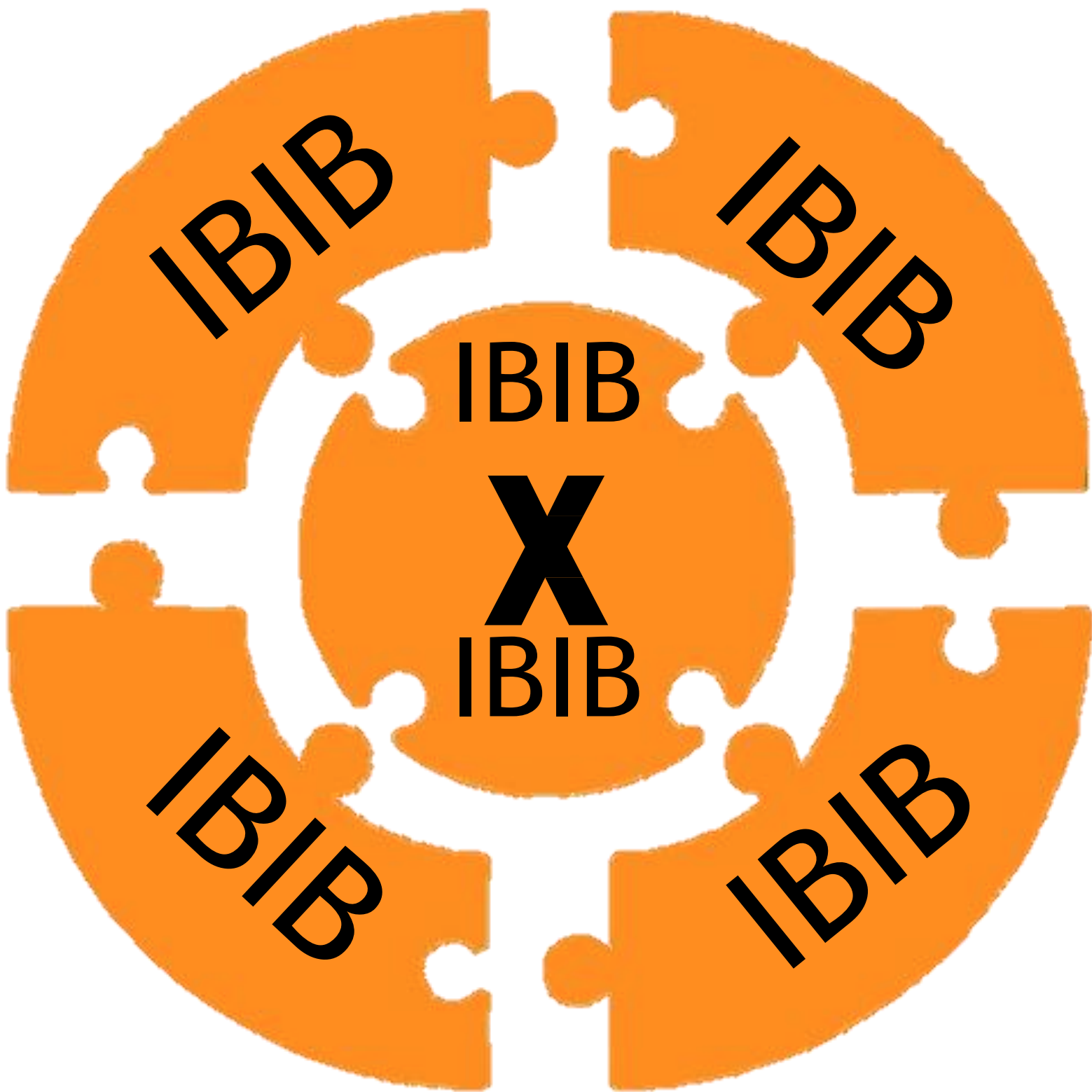
IAIB IAIB

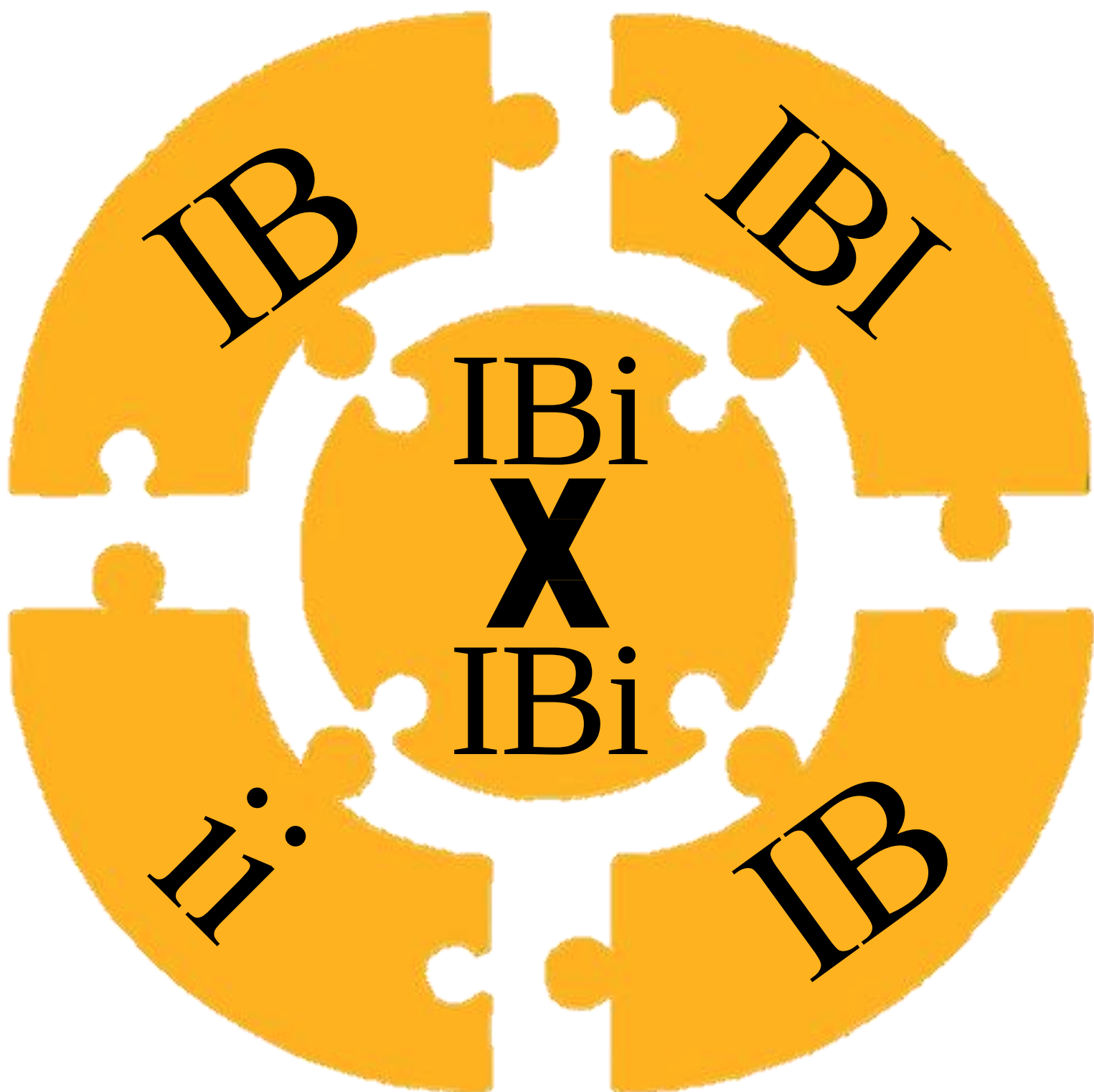
IBI

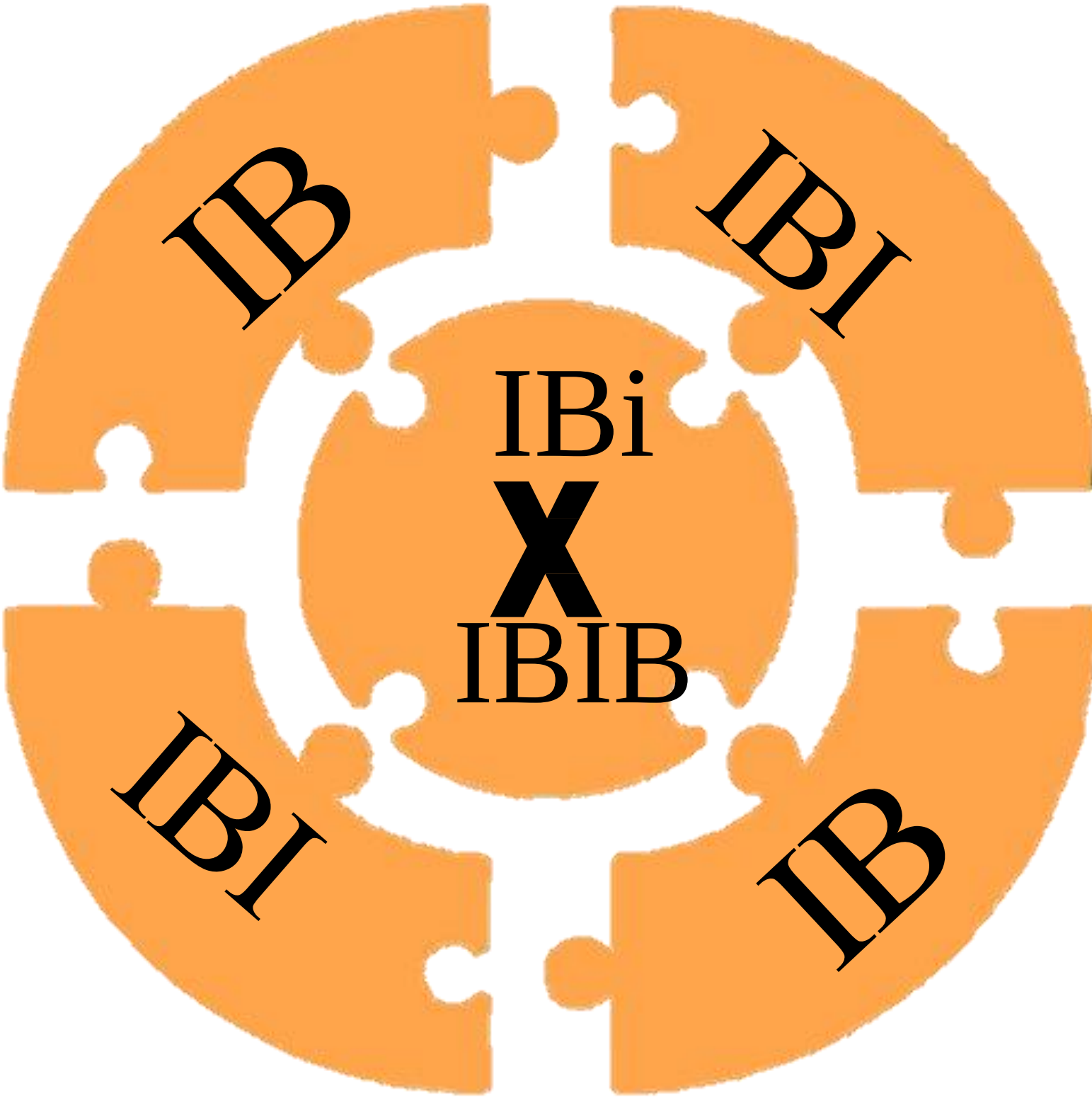
X

IAI

IAI







## ANEXO I

### TABELA BASE PARA AS PEÇAS

| Peças grandes | Peças pequenas |
|---------------|----------------|
| Tipos A x B   |                |
| IAIA x IBIB   | 100% AB IAIB   |
| IAi x IBi     | 25% AB IAIB    |
|               | 25% B IBi      |
|               | 25% A IAi      |
|               | 25% O ii       |
|               |                |
| IAIA x IBi    | 50% AB IAIB    |
|               | 50% A IAi      |
|               |                |
| IAi X IBIB    | 50% AB IAIB    |
|               | 50% A IAi      |
| A x O         |                |
| IAIA x ii     | 100% A IAi     |
|               |                |
| IAi x ii      | 50% A IAi      |
|               | 50% O ii       |
| A x AB        |                |
| IAIA x IAIB   | 50% A IAIA     |
|               | 50% AB IAIB    |
|               |                |
| IAi x IAIB    | 25% AB IAIB    |
|               | 25% A IAi      |
|               | 25% A IAIA     |
|               | 25% B IBi      |
|               |                |
| AB x O        |                |
| IAIB x ii     | 50% A IAi      |
|               | 50% B IBi      |

| Peças grandes | Peças pequenas |
|---------------|----------------|
| Tipos         |                |
| B x O         |                |
| IBIB x ii     | 100% B IBi     |
|               |                |
| IBi x ii      | 50% B IBi      |
|               | 50% O ii       |
|               |                |
| B x AB        |                |
| IBIB x IAIB   | 50% AB IAIB    |
|               | 50% B IBIB     |
|               |                |
| IBi x IAIB    | 25% AB IAIB    |
|               | 25% B IBi      |
|               | 25% B IBIB     |
|               | 25% A IAi      |
|               |                |
| A x A         |                |
| IAIA x IAIA   | 100% A IAIA    |
| IAi x IAi     | 25% A IAIA     |
|               | 50% A IAi      |
|               | 25% O ii       |
|               |                |
| IAIA x IAi    | 50% A IAIA     |
|               | 50% A IAi      |
|               |                |
| O x O         |                |
| ii x ii       | 100% O ii      |
|               |                |
| AB x AB       |                |
| IAIB x IAIB   | 100% AB IAIB   |
| Peças grandes | Peças pequenas |

|             |             |
|-------------|-------------|
| Tipos       |             |
| B x B       |             |
| IBIB x IBIB | 100% B IBIB |
|             |             |
| IBi x IBi   | 25% B IBIB  |
|             | 50% B IBi   |
|             | 25% O ii    |
|             |             |
| IBi x IBIB  | 50% B IBIB  |
|             | 50% B IBi   |

## CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

|                                      |                                    |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| Conversas e trocas com a orientadora | Março de 2023 a dezembro de 2024   |
| Levantamento bibliográfico           | Março de 2023 a dezembro de 2024   |
| Escolha do produto                   | Fevereiro de 2023                  |
| Elaboração do produto                | Fevereiro de 2023 a agosto de 2023 |
| Confecção do produto                 | Outubro de 2023 a outubro de 2024  |
| Preparo da apresentação do produto   | Novembro de 2024                   |
| Ajustes finais para a pré-defesa     | Novembro de 2024                   |
| Pré- defesa                          | Dezembro de 2024                   |
| Ajustes para defesa final            | Dezembro de 2024 a março de 2025   |
| Defesa final                         | Março de 2025                      |

Aplicação do Produto.

Este trabalho não prevê a aplicação do produto.

## REFERÊNCIAS

(Griffiths, Wessler, Carroll & Doebley, 2019)(Siqueira, Altino Filho & Dutra, 2020).

2022 Rodrigues et al. Análise de estratégias didáticas propostas por um periódico brasileiro para o ensino de genética, nos anos de 2017 a 2021 de 2017 a 2021.

ABORDAGEM GENÉTICA E IMUNOFISIOLÓGICA DOS SISTEMAS SANGUÍNEOS ABO E RH PARA MELHOR COMPREENSÃO E ENSINO DA ERITROBLASTOSE FETAL. Marcelo da Silva Vieira (2013)

AS DIFICULDADES E OS DESAFIOS SOBRE A APRENDIZAGEM DAS LEIS DE MENDEL  
Moura (2013, p. 1)

Atividades práticas no ensino de ciências: uma possível proposta interpretativa  
Carlos Eduardo Bittencourt Stange - Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná (UNICENTRO)

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9394, 20 de dezembro de 1996. \_\_\_\_\_, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros

Bordenave, J. D.; Pereira, A. M. Estratégias de ensino–aprendizagem. Petrópolis: Vozes. 2001

Busarello, R. I., Ulbricht, V. R. & Fadel, L. M.. A gamificação e a sistemática de jogo: conceitos sobre a gamificação como recurso motivacional. In: Gamificação na Educação. Pimenta Cultural: São Paulo, 2014. Disponível em:. Acesso em 31/03/2020

BUSARELLO, Raul Inácio; ULBRICHT, Vania R; FADEL, Luciane M. A gamificação e a sistemática de jogo: conceitos sobre a gamificação como recurso motivacional: in Gamificação na Educação. Luciane Maria Fadel, Vania Ribas Ulbricht, Claudia Regina Batista, Tarcísio Vanzin, organizadores. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014. Disponível em: Acesso em: 08 out 2023.

CARVALHO, A.M.P.; OLIVEIRA, C; SASSERON, L.; SEDANO, L. BASTISTONI, M. Investigar e Aprender Ciências, Editora Sarandi, 2011.

Curriculares Nacionais: ensino médio. Brasília: Ministério da Educação, 1999. \_\_\_\_\_ L. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEB, 2006. 135 p.

Ensino de Genética no Ensino Médio: desafios e novas perspectivas para  
qualidade da aprendizagem Sâmia Marília Câmara Lopes 03/01/2023  
ORCIDUniversidade Federal doMaranhão

Freire, P. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa. 29. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2004.

GADOTTI, Moacir. Perspectivas atuais da educação. Revista São Paulo em Perspectiva, 14 (2), 2000, p. 1-11.

INFORMÁTICA EDUCACIONAL. 2010. Os benefícios dos jogos de tabuleiro. 12 jul. 2010. Disponível em: Acesso em: 21 jun 2013.

JOGOS E BRINCADEIRAS COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM  
Lenir  
Guedes Alves□ João Batista Lopes da Silva

KISHIMOTO, T. M. Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação. Cortez, São Paulo, 1996.

Klock, A. C. T et al. Análise das técnicas de gamificação em ambientes virtuais de aprendizagem. In: Renote. Novas tecnologias na Educação. V. 12. N. 2. Cited – UFRGS. 2014. Disponível em: . Acesso em: 31/03/2020.

LIVRO PARA O ENSINO MÉDIO – CONTEXTUALIZANDO SABERES –  
VOLUME 1- EDITORA EVOLUIR - 2024

Luiz , I. L., Hassunuma, R. M., Garcia, P. C., & Messias, S. H. N. (2023).  
APLICAÇÃO DIDÁTICA DE QUEBRA-CABEÇAS DO JOGO Eterna PARA O  
ENSINO SOBRE A EDIÇÃO E DOBRAMENTO DE MOLÉCULAS DE  
RNA. *Revista Multidisciplinar De Educação E Meio Ambiente*, 4(4), 1–18.

MENDEL ENFRENTADOS POR ALUNOS DO ENSINO MÉDIO Carla Karoline  
Gomes  
Dutra Borges , Cirlande Cabral da Silva e Andreza Rayane Holanda Reis - Universidade  
doEstado do Amazonas – AM

O ENSINO DE CIÊNCIAS E A PROPOSIÇÃO DE SEQUÊNCIAS DE ENSINO  
INVESTIGATIVAS Anna Maria Pessoa de Carvalho

O USO DO TANGRAM COMO MATERIAL LÚDICO PEDAGÓGICO NO ENSINO  
DE FIGURAS GEOMÉTRICAS PLANAS EM UMA TURMA DE 4º ANO DO  
ENSINO FUNDAMENTAL. Moizés Franco Ferreira<sup>1</sup> . Joás Arruda da Silva<sup>2</sup>  
UNINTER m

QUEBRA CABEÇA PERIÓDICO: O USO DO JOGO COMO INSTRUMENTO  
MEDIADOR PARA O ENSINO DE PROPRIEDADES PERIÓDICAS Barros, D.J.P.  
(UEPA) ; Barros, D.M.B. (UEPA) ; Palheta Junior, A.R. (UEPA) ; Silva, L.P. (UEPA)

RABELO, Lísia; GARCIA, Vera Lúcia. Role-Play para o Desenvolvimento de Habilidades de Comunicação e relacionais. Revista Brasileira de Educação Médica, v. 39, n. 4, p. 586-596, 2015.

Rio de Janeiro, 23 de Novembro de 2024.

Documento assinado digitalmente  
 **ANDRESA GLICERIO TAVARES**  
Data: 19/09/2023 18:59:58-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Mestranda: Andresa Glicério Tavares

Documento assinado digitalmente  
 **KATIA CARNEIRO DE PAULA**  
Data: 19/09/2023 18:31:29-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Orientadora: Katia Carneiro de Paula